

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

EVALUACION AGRONOMICA DE VARIEDADES DE RUCULA
(*Eruca sativa* Mill.) A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN
CARPA SOLAR

PRESENTADO POR:
JOSE GIOVANNY TERRAZAS BURGOA

LA PAZ – BOLIVIA
2013

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**EVALUACION AGRONOMICA DE VARIEDADES DE RUCULA
(*Eruca sativa* Mill.) A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN
CARPA SOLAR**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

TERRAZAS BURGOA JOSE GIOVANNY

Asesores:

Ing. Agr. M.Sc. Juan Carlos Soria Meruvia

Ing. Agr. Freddy Porco Chiri

Ing. Agr. Willams Murillo Oporto

Comité Revisor:

Ing. Agr. René Calatayud Valdez

Ing. Agr. Bernardo Ticona Contreras

Ing. Agr. Freddy Carlos Mena Herrera

APROBADA

Presidente del Tribunal Examinador

LA PAZ – BOLIVIA

2013

DEDICATORIA

A Dios puesto que nos brinda sabiduría, amor y paciencia, nos ayuda en los momentos más difíciles brindándonos valores que nos fortalezcan y lumbrera a mi camino.

A mis padres Honny (Q.E.P.D.) y Alfredo por su apoyo incondicional con sus esfuerzos y trabajo para enseñarme a inclinar mi corazón a Dios, por cada consejo que me han dado para alcanzar esta meta.

A mis hermanos Patricia, Luis y Vanessa que me han dado palabras de ánimo y gran estímulo motivándome en el largo camino de la carrera.

AGRADECIMIENTOS

Mi profunda gratitud a la Universidad Mayor de San Andrés.

A la Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica.

Al personal Docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica, quienes aportaron de sí para el logro de este propósito.

Al personal Administrativo, por su valorable apoyo.

A los Asesores: Ing. Agr. M.Sc. Juan Carlos Soria Meruvia, Ing. Agr. Freddy Porco Chiri, Ing. Agr. Willams Murillo Oporto por su amistad y guía en el presente trabajo de investigación.

A los miembros del Tribunal Revisor: Ing. René Calatayud Valdez, Ing. Agr. Bernardo Ticona Contreras, Ing. Agr. Freddy Carlos Mena Herrera, por las sugerencias en el proceso de elaboración del documento final del presente trabajo de investigación.

A los compañeros y compañeras, que en los predios de la facultad me permitieron compartir la vida universitaria en sus distintas facetas.

A mis amigos Luis Rodríguez, Augusto Quispe, Ismael Mendoza y Vania Colodro por brindarme su amistad y apoyo incondicional.

INDICE GENERAL

		Página
INDICE GENERAL		iii
INDICE DE CUADROS		vii
INDICE DE FIGURAS		viii
ANEXOS		ix
RESUMEN		x
I.	INTRODUCCION	1
1.1	Justificación	2
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivo general	2
1.2.2	Objetivos específicos	2
II.	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Horticultura	3
2.1.1	Hortalizas	3
2.1.2	Importancia de las hortalizas	4
2.2	La rúcula (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	4
2.2.1	Importancia del cultivo	5
2.2.2	Origen y distribución del cultivo	5
2.2.3	Taxonomía	5
2.2.4	Variedades	6
2.2.5	Descripción botánica	6
	a) Raíz	6
	b) Hojas	6
	c) Tallo	6
	d) Tallo floral	6
	e) Flor	7
	f) Inflorescencia	7
	g) Fruto y semilla	7
	h) Plántulas	7
2.2.6	Características especiales	7
2.2.7	Enfermedades y plagas	7
2.2.7.1	Enfermedades	7
	a) Mildiú (<i>Peonospora destructor</i>)	7
	b) Mancha foliar (<i>Alternaría sp.</i>)	8
2.2.7.2	Plagas	8
	a) Pulgón (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	8
2.2.8	Valor nutricional de la rúcula	8
2.2.9	Requerimiento climáticos y edáficos	9
	a) Temperatura	9
	b) Humedad relativa	9
	c) Suelo	9
	d) pH del suelo	10
2.2.10	Prácticas de cultivo	10
	a) Siembra	10
	b) Sombra	10
	c) Cosecha	11
	d) Rendimiento	11
	e) Asociación con otro cultivo	11
	f) Conservación	11
2.3	Densidad de siembra	11
2.3.1	Control de densidad	12
2.4	Ambiente protegido	12

2.4.1	Carpa solar	13
2.5	Economía	14
2.5.1	Beneficio y Costo	14
	a) Beneficio	14
	b) Costo	14
2.5.2	Relación beneficio/costo	14
	a) Relación beneficio/costo > 1	15
	b) Relación beneficio/costo = 1	15
	c) Relación beneficio/costo < 1	15
III.	LOCALIZACION	16
3.1	Ubicación	16
3.2	Descripción agroecológica	16
	a) Fisiografía	16
	b) Altitud	17
	c) Vientos	17
	d) Temperatura	17
	e) Suelos	17
	f) pH	17
	g) Vegetación y fauna	18
3.3	Características generales de la carpa solar	18
3.3.1	Vegetación y fauna existente en la carpa solar	19
3.3.2	Distribución de hortalizas y frutos cultivados	19
IV.	MATERIALES Y METODOS	20
4.1	Materiales	20
4.1.1	Material Vegetal	20
4.1.2	Insumos	20
4.1.3	Equipo	20
4.1.4	Material del campo	20
4.1.5	Material de medición	20
4.1.6	Material de escritorio	21
4.2	Metodología	21
4.2.1	Diseño de la investigación	21
4.2.1.1	Modelo lineal	22
4.2.1.2	Factores de estudio	22
4.2.1.3	Tratamientos	23
4.2.1.4	Dimensiones del área experimental	23
4.2.1.5	Tamaño de muestra	23
4.2.2	Procedimiento experimental	25
4.2.2.1	Características de la parcela experimental	25
4.2.2.2	Habilitación del área experimental	25
4.2.2.3	Preparación del terreno	26
	a) Limpieza	26
	b) Descortezado	26
	c) Rastrado	26
	d) Carpida	26
	e) Escardillo	26
	f) Muestra de suelo	27
	g) Abonado	27
	h) Aplicación de sustratos	27
	i) Rotado y nivelado	27
	j) Desinfección del suelo	27
4.2.2.4	Delimitación de la parcela	27
	a) Surcado	28
	b) Conteo y pesaje de semillas	28
	c) Sistema de siembra	28

	d) Profundidad de siembra	28
	e) Siembra	28
	f) Cobertura del suelo	29
	g) Riego	30
	h) Binas	31
	i) Aporque	31
	j) Aclareo o raleo y control de malezas	32
	k) Cosecha	32
4.2.3	Variables	33
4.2.3.1	Variables de estudio	33
	a) Temperatura ambiente	33
	b) Temperatura dentro la carpa solar	33
	c) Análisis químico del suelo	33
4.2.3.2	Variables de respuesta	33
	a) Días a la emergencia	33
	b) Días a la cosecha (fase comercial)	33
	c) Altura de planta	34
	d) Longitud foliar	34
	e) Número de hojas por planta	34
	f) Área foliar	34
	g) Rendimiento en kg/UE	34
	h) Rendimiento en kg/m ²	34
	i) Rendimiento en ton/ha	34
	j) Relación beneficio/costo	34
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	35
5.1	Variables de estudio	35
5.1.1	Análisis químico del suelo	35
5.1.2	Temperatura	35
5.1.2.1	Temperatura ambiente	35
5.1.2.2	Temperatura dentro la carpa solar	36
5.2	Análisis de variables de respuesta	36
5.2.1	Días a la emergencia	36
	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	37
	b) Días a la emergencia para variedades	38
	c) Días a la emergencia para densidades	38
5.2.2	Días a la cosecha	39
	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	40
	b) Días a la cosecha para variedades	41
	c) Días a la cosecha para densidades de siembra	42
5.2.3	Altura de planta (cm)	42
	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	44
	b) Altura de planta (cm) para variedades	45
	c) Altura de planta (cm) para densidades de siembra	46
5.2.4	Longitud foliar (cm)	46
	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	48
	b) Longitud foliar (cm) para variedades	49
	c) Longitud foliar (cm) para densidades de siembra	50
5.2.5	Número de hojas por planta	51
	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	51
	b) Número de hojas para variedades	53
	c) Número de hojas para densidades de siembra	53
5.2.6	Área foliar (cm ²)	54
	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	54
	b) Área foliar (cm ²) para variedades	56
	c) Área foliar (cm ²) para densidades de siembra	56
5.2.7	Rendimiento en kg/UE	57

	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	59
	b) Rendimiento en kg/UE para variedades	60
	c) Rendimiento en kg/UE para densidades de siembra	61
5.2.8	Rendimiento en kg/m ²	62
	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	64
	b) Rendimiento en kg/m ² para variedades	65
	c) Rendimiento en kg/m ² para densidades de siembra	66
5.2.9	Rendimiento en ton/ha	67
	a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)	69
	b) Rendimiento en ton/ha para variedades	70
	c) Rendimiento en ton/ha para densidades de siembra	71
5.2.10	Relación beneficio/costo	72
VI.	CONCLUSIONES	73
VII.	RECOMENDACIONES	76
VIII.	BIBLIOGRAFIA	77

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Valor nutritivo de 100 gr de rúcula	8
CUADRO 2. Descripción de tratamientos	23
CUADRO 3. Tamaño de muestras	25
CUADRO 4. Cantidad total de semillas de rúcula (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	28
CUADRO 5. Análisis químico de suelo	35
CUADRO 6. Análisis de varianza para los días a la emergencia	36
CUADRO 7. Análisis de varianza para los días a la cosecha	39
CUADRO 8. Análisis de varianza para altura de planta (cm)	42
CUADRO 9. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para altura de planta (cm) en el primer corte	43
CUADRO 10. Análisis de varianza para longitud foliar (cm)	46
CUADRO 11. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para longitud foliar (cm) en el segundo corte	47
CUADRO 12. Análisis de varianza para el número de hojas por planta	51
CUADRO 13. Análisis de varianza para área foliar (cm ²)	54
CUADRO 14. Análisis de varianza para el rendimiento en kg/UE ¹	57
CUADRO 15. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/UE en el segundo corte	58
CUADRO 16. Análisis de varianza para rendimiento en kg/m ²	62
CUADRO 17. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/m ² en el los dos cortes	63
CUADRO 18. Análisis de varianza para rendimiento en ton/ha	67
CUADRO 19. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en ton/ha en los dos cortes	68
CUADRO 20. Relación beneficio/costo	72

INDICE DE FIGURAS

		Página
FIGURA 1.	Mapa del departamento de La Paz – Provincia Murillo	16
FIGURA 2.	Carpa solar – Centro Experimental Cota cota	18
FIGURA 3.	Siembra de rúcula (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	29
FIGURA 4.	Cobertura de paja	30
FIGURA 5.	Riego – Parcela experimental	31
FIGURA 6.	Aporque – Parcela experimental	31
FIGURA 7.	Aclareo – Parcela experimental	32
FIGURA 8.	Temperatura ambiente – Cota cota	35
FIGURA 9.	Temperatura – Carpa solar	36
FIGURA 10.	Días a la emergencia para tratamientos	37
FIGURA 11.	Días a la emergencia para variedades	38
FIGURA 12.	Días a la emergencia para densidades de siembra	39
FIGURA 13.	Días a la cosecha para tratamientos	40
FIGURA 14.	Días a la cosecha para variedades	41
FIGURA 15.	Días a la cosecha para densidades de siembra	42
FIGURA 16.	Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para altura de planta (cm) en el primer corte	43
FIGURA 17.	Altura de planta (cm) para tratamientos en el primer corte	44
FIGURA 18.	Altura de planta (cm) para tratamientos en el segundo corte	45
FIGURA 19.	Altura de planta (cm) para variedades	45
FIGURA 20.	Altura de planta (cm) para densidades de siembra	46
FIGURA 21.	Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para longitud foliar (cm) en el segundo corte	48
FIGURA 22.	Longitud foliar (cm) para tratamientos	48
FIGURA 23.	Longitud foliar (cm) para variedades	50
FIGURA 24.	Longitud foliar (cm) para densidades de siembra	50
FIGURA 25.	Número de hojas por planta para tratamientos en el primer corte	51
FIGURA 26.	Número de hojas por planta para tratamientos en el segundo corte	52
FIGURA 27.	Número de hojas por planta para variedades	53
FIGURA 28.	Número de hojas por planta para densidades de siembra	53
FIGURA 29.	Área foliar (cm ²) para tratamientos en el primer corte	54
FIGURA 30.	Área foliar (cm ²) para tratamientos en el segundo corte	55
FIGURA 31.	Área foliar (cm ²) para variedades	56
FIGURA 32.	Área foliar (cm ²) para densidades de siembra	56
FIGURA 33.	Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/UE en el primer corte	58
FIGURA 34.	Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/UE en el segundo corte	59
FIGURA 35.	Rendimiento en kg/UE para tratamientos	59
FIGURA 36.	Rendimiento en kg/UE para variedades	61
FIGURA 37.	Rendimiento en kg/UE para densidades de siembra	61
FIGURA 38.	Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/m ² en el primer corte	63
FIGURA 39.	Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/m ² en el segundo corte	64
FIGURA 40.	Rendimiento en kg/m ² para tratamientos	64
FIGURA 41.	Rendimiento en kg/m ² para variedades	66
FIGURA 42.	Rendimiento en kg/m ² para densidades de siembra	66
FIGURA 43.	Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en ton/ha en el primer corte	68
FIGURA 44.	Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en ton/ha en el segundo corte	69
FIGURA 45.	Rendimiento en ton/ha para tratamientos	69
FIGURA 46.	Rendimiento en ton/ha para variedades	71
FIGURA 47.	Rendimiento en ton/ha para densidades de siembra	71

INDICE DE ANEXOS

		Página
ANEXO 1.	CROQUIS AREA DE TRABAJO	2
	1.1 Croquis – carpa solar	2
	1.2 Distribución de cultivos	2
	1.3 Croquis parcela experimental	3
ANEXO 2.	ANALISIS QUIMICO DEL SUELO – CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA	4
ANEXO 3.	TEMPERATURAS	5
	3.1 Temperaturas carpa solar	5
	3.2 Temperaturas ambiente	6
ANEXO 4.	REGISTRO DE DATOS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA	7
	4.1 Días a la fase comercial – primer corte	7
	4.2 Días a la fase comercial – segundo corte	7
	4.3 Altura de planta – primer corte	7
	4.4 Altura de planta – segundo corte	7
	4.5 Longitud foliar (cm) – primer corte	7
	4.6 Longitud foliar (cm) – segundo corte	7
	4.7 Número de hojas por planta – primer corte	7
	4.8 Número de hojas por plantas – segundo corte	7
	4.9 Área foliar (cm ²) – primer corte	8
	4.10 Área foliar (cm ²) – segundo corte	8
	4.11 Rendimiento en kg/UE – primer corte	8
	4.12 Rendimiento en kg/UE – segundo corte	8
	4.13 Rendimiento en kg/m ² – primer corte	8
	4.14 Rendimiento en kg/m ² – segundo corte	8
	4.15 Rendimiento en ton/ha – primer corte	8
	4.16 Rendimiento en ton/ha – segundo corte	8
ANEXO 5.	COSTOS	9
	5.1 Costo económico de producción de rúcula – Parcela experimental	9
	5.2 Costo económico de producción por hectárea de rúcula (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	10
ANEXO 6.	FOTOGRAFIAS	11
	6.1 Preparación y surcado de la parcela experimental	11
	6.2 Medición de densidades de siembra y siembra	11
	6.3 Emergencia y fase comercial de variedades de rúcula (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	11
	6.4 Colocado de letreros y etiquetado de muestras	12
	6.5 Variedades de rúcula (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	12
	6.6 Pesaje de variedades de rúcula (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	12
ANEXO 7.	PLANTA DE RUCULA (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	13

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Cota cota dependiente de la Facultad de Agronomía, ubicado en la zona sur de la ciudad de La Paz. Geográficamente se encuentra a una altitud de 3445 m.s.n.m., entre las coordenadas a 16°32'04" de Latitud Sur y 68°03'44" de Longitud Oeste; el trabajo de investigación fue realizado en 2011. El objetivo fue evaluar dos variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) a diferentes densidades de siembra (0.15 m, 0.20 m y 0.25 m) en carpa solar. Para la investigación se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial de dos por tres, con tres bloques y seis tratamientos que comprendió un área experimental de 54,40 m².

La rúcula (*Eruca sativa* Mill.), es una hortaliza de hoja recomendada para cultivarla en cualquier sistema de producción por las excelentes calidades nutricionales que posee. La cantidad de proteína que contiene es de 5 gr superior al 1,62 gr de proteína que posee la lechuga; la cantidad de hierro es de 1,5 mg superior al contenido de hierro de la lechuga (1,2 mg); los 15,3 mg de vitamina C, son similares a los 17 mg que tiene la lechuga.

De acuerdo con los registros de temperaturas para la zona sur, específicamente la zona de Cota cota (SENAMHI, 2011) señalan, la temperatura media en agosto fue 12,84°C, la media en septiembre 12,81°C, 14,27°C en octubre y 15,12°C en noviembre. La rúcula se puede cultivar en condiciones tradicionales, es decir, en campo abierto.

Puede cultivarse prácticamente en cualquier terreno, pero se obtienen mejores rendimientos en suelos de textura media (franco- arenosos a areno- arcillosos); ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos a neutros. Si bien la rúcula es poco exigente en abonos y fertilizantes, la aplicación de estos depende de lo que determine el resultado de un análisis de suelos. Así el presente trabajo, reporta un análisis de suelo (Cuadro 5) con cantidades adecuadas de macronutrientes (N, P, K) y como resultado arrojó excelentes rendimientos.

Los días a la emergencia para las dos variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) fueron elevadas; la variedad Astro 1 y Astro 2 obtuvieron 88,94% y 94,96% respectivamente.

La variedad Astro 2 llegó a la fase comercial en el primer y segundo corte en 29,22 días y 27,22 días respectivamente. La variedad Astro 1 tuvo un periodo más largo, 34,56 días en el primer y 31,22 días en el segundo corte.

Los rendimientos para la fase comercial en kg/UE mostraron que la variedad Astro 2 tuvo un rendimiento de 1,791 kg/UE para el primer corte y 1,651 kg/UE para el segundo; la variedad Astro 1 tuvo rendimientos de 1,555 kg/UE y 1,297 kg/UE primer y segundo corte respectivamente. Los rendimientos para la fase comercial en kg/m² reportaron que la variedad Astro 2 presentó rendimientos de 0,778 kg/m² y 0,715 kg/m² tanto para el primer corte como para el segundo corte respectivamente; la variedad Astro 1 obtuvo un rendimiento de 0,679 kg/m² para el primer corte y 0,561 kg/m² para el segundo. Realizando la proyección en toneladas se obtuvo que la variedad Astro 2 fue superior en rendimientos, llegando a 7,784 ton/ha para el primer corte y 7,148 ton/ha para el segundo; la variedad Astro 1 reporto un rendimiento de 6,786 ton/ha y 5,613 ton/ha, rendimientos que corresponden al primer y segundo corte.

La relación B/C para T₁ (V₁D₁), tiene un valor de 4,074 en el primer corte y 3,236 para el segundo; el tratamiento T₄ (V₂D₁) presento una relación B/C de 4,445 en el primer corte y 4,188 para el segundo. Estos tratamientos dieron mayores ganancias, seguidos de los tratamientos T₂ (V₁D₂) y T₅ (V₂D₂). Los tratamientos T₃ (V₁D₃) y T₆ (V₂D₃), reportaron pérdidas

La variedad Astro 1 y Astro 2 con densidades de siembra de 0.15 m y 0.20 m reportaron mejores rendimientos.

I. INTRODUCCION

La problemática mundial de preservar los recursos naturales potencialmente renovables, minimizando la contaminación ambiental, además de la necesidad creciente de producción de alimentos para una población en continuo aumento, hace necesario intensificar las investigaciones orientadas a eco-compatibilizar todos los factores y sectores de la producción. El consumidor, cada vez más y mejor informado sobre esta temática, exige sistemas de gestión de la calidad y trazabilidad en los productos agro alimentarios tendientes a asegurar la inocuidad.

La horticultura, juega un rol importante en la economía regional, por lo que en los últimos tiempos se está buscando mejorar los distintos sistemas de producción primaria y de esta manera atender la sustentabilidad de los modelos agropecuarios.

En la actualidad se ha comprobado que el incremento de beneficios y logros en la producción de hortalizas depende principalmente de la búsqueda de técnicas que ayuden a obtener productos en espacios reducidos y con el ahorro del líquido elemental, el agua.

El presente trabajo integra una línea de investigación destinada a la introducción de la rúcula (*Eruca sativa* Mill.) como una nueva alternativa para la horticultura regional y una forma de producción innovativa reduciendo los espacios de siembra entre hileras y entre semillas. Determinando si esta especie se adapta bien a estas condiciones, y si existe incremento en la producción manteniéndose como un producto sano. También prevé la adaptación de esta especie en condiciones de carpa solar considerada aún silvestre.

El cultivo de rúcula ha sido conocido con mayor intensidad a partir de 1990. Actualmente en Bolivia, la rúcula se la cultiva en los departamentos de Tarija, Santa Cruz y se está empezando a cultivar en carpas solares en La Paz.

Su gran capacidad de adaptación en diferentes ambientes edafo-climáticos la constituyen en una maleza invasora en los cultivos tradicionales. Si bien ha tenido una adaptación masiva en las zonas cultivadas e incluso hasta altitudes que superan los 3000 metros sobre el nivel del mar, dicho cultivo recién está tomando relevancia para comercialarla a grandes escalas.

La producción local de esta hortaliza podría ser incrementada mejorando las técnicas de producción como ser cultivarla en sistema de siembra en asiento, reducir las distancias de siembra entre hileras y entre plantas, cultivándola en ambientes protegidos; de esta forma podremos obtener mejores rendimientos y contribuir a la seguridad alimentaria.

1.1 Justificación

La OMS coloca el consumo escaso de fruta y hortalizas en sexto lugar entre los 20 factores de riesgo a los que atribuye la mortandad humana, inmediatamente después de otras causas de muerte más conocidas, como el tabaco y el colesterol. Sin embargo, el consumo mundial de fruta y hortalizas está muy por debajo del nivel mínimo recomendado por la OMS, de 400 gr diarios por persona. Actualmente se consumen menos cereales y leguminosas y más aceites, azúcar y carne; la proporción de la fruta y las hortalizas apenas ha aumentado, y se estima que la gente sólo consume entre el 20% y el 50% del mínimo recomendado (FAO, 2006).

En Bolivia, según el reporte de Mendoza (2012), el consumo promedio de hortalizas es de 30,5 kg/persona/año, muy lejos del promedio mundial, que es de 67,6 kg/persona/año y de algunos países vecinos, como la Argentina, donde se consume 102 kg/persona/año.

Se están realizando programas y modernas técnicas analíticas que han puesto de manifiesto que existen especies ya sean silvestres que son ricas en minerales y numerosos nutrientes biológicamente activos que incluyen diversos compuestos antioxidantes, vitamina C, hierro, ácidos grasos de la familia omega-3 y 6 etc.

Producir hortalizas en carpas solares nos llevará a consumir cultivos que no son propios de la región (de climas diferentes), libres de contaminación, plagas y enfermedades; de esta forma se podrá consumir una gama de verduras frescas y más aún proporcionar al cuerpo humano proteínas y vitaminas en forma natural.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar el comportamiento agronómico de variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) a diferentes densidades de siembra bajo condiciones de carpa solar en el Centro Experimental Cota cota.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) hasta la fase comercial.
- Evaluar a diferentes densidades de siembra, la respuesta agronómica comercial de dicho cultivo.
- Determinar la densidad óptima para la producción de rúcula.
- Determinar que variedad proporciona mejores rendimientos para la producción.
- Determinar la relación beneficio costo.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Horticultura

Cuerda (1996) señala, la horticultura es la producción de hortalizas, considerando como tales aquellas plantas herbáceas, de las cuales una o más partes pueden ser utilizadas como alimento del hombre en su forma natural sin previa transformación industrial.

El mismo autor sostiene, desde un punto de vista social y económico, saltan a la vista tres modalidades de la práctica hortícola:

- La horticultura campestre, produce hortalizas de consumo general, no exigente en cuidados especiales. Las labores culturales se hacen con herramientas de campo.
- El huerto familiar, dedicado para producir hortalizas para el consumo familiar del propietario o de una comunidad, su extensión es reducida.
- El huerto especulación, su objetivo es proporcionar verduras a los mercados urbanos y a los grandes centros de población. Esta modalidad de horticultura alcanza el carácter industrial.

La palabra horticultura deriva de la voz griega “Hortus” que significa huerta, por lo tanto, horticultura se dedica a realizar cultivos en huertas. La horticultura comprende tres ramas: la Floricultura, la Fruticultura y la Olericultura; si hablamos de esta última rama, se dedica al estudio de las hortalizas. Aunque el término horticultura normalmente se emplea para el estudio de las hortalizas (FDN, 1994).

Para Haeff (1997), la horticultura es la rama de la agricultura que trata de los cultivos de hortalizas, a su vez, la Olericultura que es la rama de la horticultura, estudia el manejo y control de las hierbas de cocina conocidos como hortalizas.

2.1.1 Hortalizas

Sánchez (2004) afirma, las hortalizas son plantas comestibles cultivadas en huertos, a su vez, huerto es el sitio de corta extensión, generalmente cercado de pared, en el que se plantan verduras, legumbres y principalmente árboles frutales.

ABC (2011) reporta, las hortalizas son aquellas verduras y demás plantaciones comestibles que se cultivan generalmente en huertas y que mayormente se las consume como alimentos, ya sea de manera cruda o bien cocinada. Dentro del conjunto de las hortalizas, que por supuesto es amplio, se incluyen como parte de el a las legumbres verdes, tales como las habas y los guisantes y las verduras (incluidas las hortalizas de hojas), en tanto, se debe excluir a las frutas y los cereales.

2.1.2 Importancia de las hortalizas

Pamplona (2003) menciona, el ser humano puede ingerir a modo de alimento casi cualquier cosa, desde secreciones mamarias (leche), hasta minerales (sal), pasando por frutos, flores, hojas, tallos, semillas, raíces, algas, hongos y cuerpos muertos de diversos animales. El hecho es que podamos comer todos estos productos; por esta razón, surgen estas preguntas, ¿Significa que todos ellos son igualmente aptos para el consumo humano?, ¿Existe acaso una alimentación para los humanos, además de nutrir conservar la salud y evitar las enfermedades?

El mismo autor señala, en los últimos años se está produciendo un número rápido de descubrimientos científicos respecto a los alimentos de origen vegetal. Se ha ido comprobando que en las hortalizas existen; además de nutrientes como en cualquier otro alimento dos tipos de compuestos que no se hallan en los alimentos de origen animal:

- **Antioxidantes** (ciertos minerales y vitaminas).
- **Elementos fitoquímicos** de acción curativa.

2.2 La rúcula (*Eruca sativa* Mill.)

El Ing. Agr. Alonso (2012) señala, la rúcula es una hortaliza cuyas hojas y tallos jóvenes son comestibles. Su sabor picante es bastante pronunciado, por ello, se recomienda usarla con moderación. Se puede consumir cruda o cocida, en ensaladas, pastas y bocaditos; así como para dar sazón a sopas y salsas; se la considera un buen digestivo. Las hojas grandes y maduras tienen un sabor muy fuerte y pierden la exquisitez. Para el consumo crudo se eligen plantas muy frescas, las hojas tiernas de color verde claro y no las oscuras. Lavarlas solo con agua o agua y vinagre y guardarlas en la heladera en bolsas cerradas.

La rúcula es un cultivo de invierno, pero también tiene buena producción en el verano. Es una hortaliza cuya técnica de cultivo es muy parecida a la de la acelga, con la diferencia de que su ciclo de desarrollo es menor; se la puede cosechar partir de la tercera semana (Alonso, 2012).

El mismo autor afirma, técnicamente se la conoce como *Eruca sativa* y también la denominan rúgula, roqueta o jazamango. En la antigua Grecia se la recomendaba para los problemas digestivos. Se la utilizaba como ingrediente fundamental para múltiples ensaladas, y las semillas se las usa para la elaboración de salsas.

Purquerio (2012) afirma, la rúcula es de rápido crecimiento y es fácil de cultivar, la rúcula es una óptima opción para pequeños productores. No exige mucha agua y se adapta a diferentes regiones.

Bedri (2010) argumenta, la **rúcula** (*Eruca sativa* Mill.) es una planta anual; nuestros mayores la recogían en los bordes de los caminos, pero su recolección ya se daba en la época romana, otorgándole propiedades afrodisíacas. No fue hasta 1990 aproximadamente cuando se empezó a valorar el cultivo de rúcula.

2.2.1 Importancia del cultivo

Alcaraz (2002) afirma, es rica en potasio, hierro y vitamina C. Se le suponen propiedades digestivas, diuréticas, depurativas, astringentes, emolientes, antiescorbúticas y afrodisíacas entre otras. Normalmente se consumen las hojas frescas pero también se pueden consumir los tallos y flores. Tienen un sabor amargo, muy característico, aporta un toque especial a las ensaladas. Su sabor picante es bastante pronunciado, por ello, se recomienda usarla con moderación.

Es una planta de la que se consumen cantidades muy pequeñas, su contribución a la dieta es poco significativa, pero al igual que otros vegetales, es rica en beta-caroteno o pro-vitamina A, y en minerales como el magnesio, el potasio y el hierro. Además contiene una cantidad no despreciable de fibra, siendo excelente para mejorar la digestión, puesto que estimula las secreciones digestivas (Bedri, 2010).

2.2.2 Origen y distribución del cultivo

Villaseñor y Espinosa (2000) señalan, es una planta originaria de la Región Mediterránea, conocida y cultivada desde la época de los romanos siendo considerada un afrodisíaco. Poco a poco, comenzó a conocerse en el sur de Europa y el oeste de Asia. Actualmente, su cultivo es importante en la Europa meridional, Egipto y Sudán. En la India también es cultivada por la calidad del aceite que poseen sus semillas. Pero su difusión a nivel mundial es escasa.

2.2.3 Taxonomía

Según Rzedowski (2001), la rúcula tiene la siguiente descripción taxonómica:

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Traqueobionta (plantas vasculares)
División	:	Magnoliophyta (plantas con flor)
Súper división	:	Spermatophyta (plantas con semillas)
Clase	:	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Sub clase	:	Dilleniidae
Orden	:	Capparale
Familia	:	Brassicaceas
Género	:	<i>Eruca</i> (tallos cortos)
Especie	:	<i>sativa</i>
Nombre científico	:	<i>Eruca sativa</i> Mill.

2.2.4 Variedades

Aneto (2011) afirma, no existen variedades de rúcula, ya que solo se distingue entre la rúcula cultivada y la rúcula silvestre; esta última se encuentra incluso al lado de senderos y caminos.

2.2.5 Descripción botánica

La descripción botánica de la rúcula (*Eruca sativa* Mill.) es como sigue:

a) Raíz

Presenta una raíz pivotante, gruesa y ramificada; napiforme, tiene una coloración blanquecina que alcanzan hasta los 20 cm (Rzedowski, 2001).

b) Hojas

Inferiores de hasta 20 cm de largo, pinnatífidos o pinnadamente lobados, algunas con el lóbulo terminal más grande, las superiores son más pequeñas y menos profundamente divididas, a veces sésiles (Rzedowski, 2001).

Al respecto Maroto (2002) señala, existen variedades de esta hortaliza, donde sus hojas son oblongas, festoneadas en sus bordes, hendidas pinnado, partidas en la base y ásperas al tacto.

Para Turchi (1997), las hojas basales en roseta, de 0,20 m de largo, caracterizada por una nervadura central larga. Las superiores son sésiles. La lámina presenta lóbulos irregularmente dentados y de color verde intenso.

Por su parte Marzoca (1985), haciendo una descripción de las brassicáceas a la cual pertenece este cultivo, señala, la morfología del margen del limbo pueden ser de tipo **pinnatipartidas**, es decir, presentan recortes que pasan de la mitad del limbo, existen también las denominadas las del tipo **liradas** que son lobuladas con el lóbulo terminal grande y los restantes sucesivamente más pequeños hacia la base parecidos a las hojas del nabo.

c) Tallo

Generalmente ramificado desde la base. Tiene un tallo corto, por este motivo se lo denomina Eruca (Maroto, 2002).

d) Tallo Floral

Rzedowski (2001) advierte, el tallo floral puede alcanzar hasta los 2 m de altura, cilíndrico y veloso, aunque también hay variedades con tallo lizo de color verde y posee muchas ramificaciones. No requiere de vernalización para formarse.

e) Flor

Terranova (1995) menciona, las flores de esta especie son hermafroditas, medianas con limbo amarillo, rosado y con venas violetas en la mayoría de las variedades.

La flor es un brote especial cuyas hojas se han transformado para la reproducción. La forma de la flor de la rúcula es cruciforme, cuatro pétalos, dispuestos en forma de cruz (Alcaraz, 2002).

f) Inflorescencia

La inflorescencia es racimosa, alcanzando hasta los 30 cm de largo por racimo. Llegando a poseer hasta 70 flores por racimo (Rzedowski, 2001).

g) Fruto y semilla

Rzedowski (2001) señala, los frutos de la rúcula son silicuas, de 2 a 4 cm de largo, a veces con algunos pelos, ascendentes, angostos, aplanados y terminados en pico; con un nervio medio manifiesto en las valvas, que son quilladas, el pico es aplanado, en ocasiones tan largo como el resto del fruto. La semilla de alrededor de 1.5 mm de largo, ovoide de color café amarillentas.

Así mismo Maroto (2002), sostiene que las semillas son de color marrón y de forma más o menos redonda.

h) Plántulas

Hipocótilo cilíndrico hasta 2.5 mm, sin pelos; cotiledones cuadrados a oblongos, de 2.5 a 5.5 mm de largo y 3.5 a 8 mm de ancho, sin pelos; epicotilo nulo o rara vez cilíndrico, hasta 4 mm, sin pelos; hojas alternas con apariencia de opuestas (Rzedowski, 2001).

2.2.6 Características especiales

Olor algo fétido al estrujarse, pero con cualidades medicinales y culinarias apetecibles (Rzedowski, 2001).

2.2.7 Enfermedades y plagas

2.2.7.1 Enfermedades

a) Mildiú (*Peronospora destructor*)

Galeon (2011) indica, la enfermedad se ubica principalmente en las hojas del cultivo. En la cara inferior se observan micelios blanco grisáceo, que se manifiestan en la superficie foliar, primero como manchas cloróticas y después en estado más avanzado de color oscuro.

El control debe ser preventivo con algunos productos como metalaxil y mancozeb entre otros.

b) Mancha foliar (*Alternaria* sp.)

Sobre la hoja se depositan manchas cafés, es una enfermedad de fácil control. Se controla con productos como mancozeb (Manzate) y captan (Galeon, 2011).

2.2.7.2 Plagas

a) Pulgón (*Brevicoryne brassicae*)

Los insectos viven concentrados en colonias, las hojas pierden su color y se deforman. Su ataque de esta plaga es agresivo en los estados iniciales del cultivo.

2.2.8 Valor nutricional de la rúcula

La cantidad de proteína que posee la rúcula es de 5gr, superior a la cantidad de 1,16 gr de la lechuga (MSB, 2005); también Pamplona (2003) da a conocer un valor proteico de 1,62 gr por cada 100 gr de parte comestible cruda de lechuga. El contenido de Hierro (Fe) es de 1,5 mg, mayor 1,2 mg que posee la lechuga (MSB, 2005). Así mismo la cantidad de vitamina C es de 15,3 mg contenido similar al de la lechuga que reporta 17 mg (MSB, 2005).

El cuadro 1, presenta el valor nutritivo que posee la rúcula por cada 100gr de muestra, aproximadamente diez plantas.

CUADRO 1. Valor nutritivo de 100gr de rúcula

DESCRIPCIÓN	COMPOSICIÓN (100 g)
Grasas totales	Inapreciables
Proteína	5 g
carbohidratos	4g
Agua	91,7 g
Fibra	2 g
Valor energético	25 Kcal
Folatos (vitamina B9)	97 mcg / 24 % CDR
Vitamina E	15 mg
Vitamina A	2373 UI / 47% CDR
Vitamina C	15,3 mg
Calcio	160 mg
Vitamina K	109 mg / 136% CDR
Potasio	369 mg
Hierro	1,5 mg / 8% CDR
Magnesio	47 mg / 12% CDR
Zinc	0,5 mg / 3%
Manganeso	0,3 mg / 16% CDR
Betacaroteno	1426,65 mcg
Zeaxantina/Luteína	3553,33 mcg

Fuente: CSANO NUTRICION – RUCULA

Leme (2005) afirma, las funciones de la vitamina C son: contribuir a la cicatrización de la piel, aumenta la resistencia contra las infecciones, combate el envejecimiento

precoz; ayuda la absorción del hierro y aumenta la velocidad de degradación del colesterol, previniendo la arterioesclerosis.

El hierro propicia la formación de glóbulos rojos de la sangre, encargados de transportar el oxígeno (Leme, 2005).

El mismo autor afirma, las proteínas son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de los músculos, huesos, sangre, piel, cabello, uñas y órganos internos, y para la formación de las enzimas, las hormonas y los anticuerpos.

2.2.9 Requerimientos climáticos y edáficos

a) Temperatura

Mittidieri y Corbino (2011) señalan, es una especie que crece bien con temperaturas suaves, las temperaturas favorables para el desarrollo de la rúcula deben encontrarse entre los 15 a 20°C, con mínimas de 4°C y máximas de 21°C.

Por su parte Purquerio (2012) afirma, las temperaturas óptimas para el crecimiento de la *Eruca sativa* están entre 15 a 18°C.

Si el cultivo es expuesto a temperaturas por debajo de los 4°C durante un periodo prolongado, puede estimularse la emisión prematura del tallo floral. Por tanto, la mejor época de cultivo es a principios de primavera. El exceso de calor y el sol provocan un gusto excesivamente amargo (Mittidieri y Corbino, 2011).

b) Humedad relativa

Maroto (2002) señala, la humedad relativa adecuada para el buen desarrollo de la rúcula y del rabanito se encuentra entre el 60% y 80 %, aunque en determinados momentos puede soportar menos del 60 %.

c) Suelo

Puede cultivarse prácticamente en cualquier terreno, pero se obtienen mejores rendimientos en suelos de textura media (franco – arenosos a arenos – arcillosos); ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos a neutros (Maroto, 2002).

Si bien la rúcula es poco exigente en abonos y fertilizantes, la aplicación de estos depende de lo que determine el resultado de un análisis de suelos (Mittidieri y Corbino, 2011).

Suquilanda (1995) afirma, el suelo para plantas con aromas especiales deben ser francos, profundos y livianos, con buen drenaje, con buena provisión de materia orgánica superior al 4%. Así el porcentaje de humedad, temperatura y nutriente serán favorables para el cultivo.

d) pH del suelo

Para un rendimiento óptimo de rúcula, el pH del suelo debe estar entre 5,5 – 6,5 (Maroto, 2002).

Por su parte Mittidieri y Corbino (2011) afirman, para el crecimiento de la rúcula, el pH del suelo deberá encontrarse entre 5,5 y 6,8.

Los valores de 5,5 corresponde a suelos medianamente ácidos, 6,5 corresponde a suelos ligeramente ácidos, 6,8 neutro (Chilon, 1997).

2.2.10 Practicas de cultivo

a) Siembra

Díaz (2010) indica, la siembra puede realizarse durante todo el año, aunque antes de la primavera suele ser lo más recomendable. La rúcula se siembra en el lugar definitivo en líneas o al voleo, en tablones preparados para el efecto. Para la siembra en líneas y con ayuda de una vara, se abren pequeños surcos en forma transversal a lo largo del tablón, distanciados entre 25 cm a 30 cm. En estos surcos, se coloca a chorrillo la semilla de rúcula a una profundidad de 0,5 cm – 1 cm. También puede sembrarse al voleo, distribuyendo las semillas con uniformidad para que queden convenientemente esparcidas. Por lo general, se emplean 5 gr de semilla por m² de tablón en el invierno y unos 10 gr de semilla por m² en el verano, en razón de que en la época de mayor calor se reduce el porcentaje de germinación. Después se cubre la superficie sembrada con una capa de tierra y en superficies reducidas se practica un riego moderado para estimular la etapa de germinación rápida de dicha especie.

El mismo autor sostiene, para la siembra de una hectárea, se requiere 1,2 kg a 1,8 kg de semilla; variando la cantidad de semillas por gramo entre 500 y 650. La siembra a golpes puede ser neumática y mecánica. Es la más usada en cultivo de la rúcula. Se realiza en grandes parcelas, se ahorra el posterior aclareo por lo que se gasta menos semilla y mano de obra.

Zaragoza (1999) sugiere, la siembra de asiento en líneas, distanciadas entre sí a 40 cm y 15 cm entre plantas. También puede sembrarse al boleto en terraplenes o camas procurando que las semillas queden esparcidas convenientemente y a una profundidad de siembra de 0,5 a 1,0 cm.

b) Sombra

Díaz (2010) recomienda, se debe instalar una media sombra para proteger al cultivo y retardar la floración; además, para evitar un menor tamaño de las hojas y que se acentúe su sabor amargo. La media sombra constituye una protección

contra los intensos calores y radiaciones solares que perjudican al cultivo y la operación de cosecha. Para ello, se puede aprovechar lo que brindan los árboles, siempre y cuando sea una media sombra o bien instalar una con hojas de cocotero, pindó, con tacuaras u otros materiales naturales disponibles.

c) Cosecha

Normalmente se consumen las hojas frescas pero también se pueden consumir los tallos y flores. Díaz (2010) afirma, la cosecha empieza a partir de las 4 – 6 semanas después de la siembra y es continua hasta la floración, la flor también es comestible y tiene el característico sabor picante de la hoja pero con mayor intensidad.

ONI (2001) reporta, la cosecha de la rúcula comienza a partir de las segunda a tercera semana después de la siembra (de acuerdo a la estación). Su proceso es tan rápido que no es necesario el repique de los plantines, por lo que la siembra se realiza de asiento y escalonada (para tener siempre hojas ricas y disponibles).

d) Rendimiento

El rendimiento es de 7500 a 28000 kg/ha, que puede variar según la época del año, el número de cortes, tamaño de hoja a cosecha, la variedad y la densidad de plantas (Del Pino 2012).

Por su parte Bermejillo (2010), reporta un rendimiento de 12100 kg/ha.

e) Asociación con otros cultivos

Como es una planta de ciclo corto y tolera bien la sombra se puede aprovechar para asociar con otras plantas de ciclo más largo como el tomate, el pimentón o la berenjena. Es preferible evitar plantas de la misma familia, como las coles, el rábano o el nabo (Díaz, 2010).

f) Conservación

Para el consumo en estado fresco, conviene elegir la planta entera, con hojas tiernas de color verde claro y no las oscuras. A continuación, se lavan con agua solamente, o con agua y vinagre; luego se guardan en la heladera en bolsas de plástico con orificios, para su mejor almacenamiento. (Díaz, 2010).

2.3 Densidad de siembra

Para Arcila (2008), la densidad de siembra se define como el número de plantas por unidad de área de terreno. Tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo y se considera como un insumo, de la misma forma que se considera por ejemplo, un fertilizante.

Por su parte Ruiz (1993) indica, si se realiza un incremento en la densidad de plantación dará como resultado una competencia por la luz, nutrientes, agua y el espacio dentro de la superficie (raíces) como en la superficie. Como resultado de esta competencia el tamaño de las plantas serán reducidas.

Con la elección de una determinada distancia entre surcos y densidad de plantación debe tratarse de obtener una óptima población y el mejor aprovechamiento para la nutrición de las plantas (Birrueta, 1994).

Por su parte Zaragoza (1999) argumenta, la densidad de siembra depende de distintos factores:

- Duración del ciclo del cultivo: a ciclo más corto, mayor densidad.
- Porte o desarrollo del cultivo: a mayor porte, menor densidad.
- Época de siembra: siembras más tardías, mayor densidad.
- Destino de la producción: en hortaliza se tiende a menores densidades.

2.3.1 Control de densidad

Haefl (1997) señala, no siempre se logra una población óptima, sobre todo en el caso de siembra directa. Una densidad deficiente casi no tiene corrección. Es posible rellenar los espacios mediante el trasplante únicamente con hortalizas que soportan ese tratamiento. Para evitar el problema, es conveniente sembrar mayor cantidad de semillas y se efectúa un raleo después de la germinación, vale decir:

- Aflojar la tierra entre hileras. Esto facilita el escardado.
- Con escardillo manual se quitan las plantas a intervalos deseados. Se dejan 1 a 5 plantas (dependiendo de la especie) en cada mata o puesto.
- Se ralea a mano, quitando las plantas inferiores y las malezas y dejando las mejores plantas en el puesto.
- Algunas hortalizas se ralean a mano, tal es el caso de la rúcula.

2.4 Ambiente protegido

Flores (2006) señala, el ambiente protegido es toda aquella estructura cerrada o cubierta por materiales transparentes, dentro del cual alcanzan condiciones artificiales de microclima, útiles para producir plantas fuera de las estaciones en las que se cultivan.

Existen diferentes tipos de construcciones como son los invernaderos, carpas solares aéreas y carpas solares subterráneas; esto con el fin de proteger las cosechas, así se consigue un adelanto o retraso en la cosecha; controlar riego,

radiación y humedad. Los ambientes protegidos son cubiertas que evitan el descenso de temperatura a niveles críticos. La energía solar es la fuente para calentar estos ambientes, y son comunes en la región andina de Bolivia (Veldez, 1997).

2.4.1 Carpa solar

Flores (2006) señala, la carpa solar es un sistema de protección que permite al cultivo desarrollarse fuera de temporada, es decir, está orientado a controlar la temperatura en el que se desarrollan las plantas (hortalizas).

Una carpa solar es una construcción que tiene un techo transparente, en esta instalación se crea un ambiente con condiciones adecuadas para el cultivo de hortalizas, frutas y flores en condiciones favorables de clima, agua y suelo. Las carpas solares así como los invernaderos y huertos atemperados cumplen las mismas funciones de aprovechamiento de energía solar, evapotranspiración; atrapa la luz y temperatura lo que proporciona un beneficio para el desarrollo de los cultivos (Flores, 1996).

Para Lorente (1993), la falta de condiciones ambientales óptimas y el interés de conseguir mayores incrementos en cuanto a cosecha y alargar las épocas de producción, ha llevado al agricultor a construir instalaciones especiales para producción de hortalizas. Al respecto Dias (1993) nos reporta, las carpas solares son ambientes que permiten conformar microclimas atemperados, a la vez esto minimizan los efectos de las heladas.

El mismo autor señala, una agricultura bajo plásticos, es un abastecimiento de alimentos más grandes, menos costosos (especies de ciclo corto) y más seguro.

Casseres (1980) afirma, el uso de agrofilm ha abierto un gran campo para la producción protegida. Las carpas de agrofilm van adquiriendo adeptos por las varias ventajas que tiene:

- Son más económicos para construir.
- Pueden constituir una unidad temporal como criadero.
- Sirven para producir flores u hortalizas por temporadas cortas.

También sostiene, el deterioro es debido a la acción del clima. Los vientos rompen las partes delgadas; la luz solar, especialmente los rayos ultra violeta causan deterioro con el paso de los años.

2.5 Economía

Quispe (1997), la economía es una disciplina que estudia cómo se producen las cosas que nos hacen falta para satisfacer nuestras necesidades.

Para Cano (2007), la economía es una ciencia que tiene por objeto la administración de los recursos escasos de que disponen las sociedades humanas; estudia las formas cómo se comporta el hombre ante la difícil situación del mundo exterior asociada por la tensión existente entre las necesidades ilimitadas y los medios limitados con que cuentan los agentes de la actividad económica.

2.5.1 Beneficio y Costo

a) Beneficio

Para Case y Fair (2000), el beneficio o más concretamente beneficio económico total es simplemente la diferencia entre el ingreso total y el costo total, es decir, el productor está obteniendo beneficios económicos positivos.

Los beneficios de las empresas (productores), para muchos economistas como es el caso de Mankiw (2004), el beneficio es la cantidad que recibe por la venta de su producción, que se denomina ingreso total. La cantidad que eroga por los factores de producción (insumos), se llama costo total. El beneficio es el ingreso total de la empresa menos el costo total, es decir:

$$\text{Beneficio} = \text{Ingreso Total} - \text{Costo Total}$$

b) Costo

Panozo (2003) señala, el costo no tiene una fácil definición, para el economista el costo significa los gastos o pagos necesarios para obtener los factores de producción como son la tierra, mano de obra, capital y dirección. Estos factores hacen posible que se produzcan tanto los bienes como los servicios.

Así mismo señala, el costo, es el desembolso o gasto de dinero que se debe realizar por la adquisición de los insumos que son empleados para la producción de bienes y servicios.

Al respecto Begg (2006) afirma, los costos de una empresa son los gastos incurridos en la producción de bienes y servicios durante un mismo periodo.

2.5.2 Relación beneficio/costo

Fontaine (2003) sugiere, la regla dice, debe hacerse la inversión solo si la razón de beneficios a costos es mayor que la unidad; o sea, solo si los beneficios son mayores que los costos. Esta regla se refiere a la razón entre los valores actuales de los beneficios y de los costos.

Riquelme (2011), da una descripción sencilla y clara de la relación beneficio/costo:

B/C

B= Beneficio, C= costo

Si la relación $B/C > 1$ Se acepta

Si la relación $B/C < 1$ Se rechaza

Si la relación $B/C = 1$ Es indiferente a la ejecución

Su interpretación:

a) Relación beneficio/costo > 1 , el valor de los beneficios son superiores a los costos, por tanto, la regla de decisión es aceptar la inversión para la producción, se recomienda la ejecución de inversiones.

b) Relación beneficio/costo = 1, el valor de los beneficios de producción son iguales a los costos de operación, es importante identificar en este caso si se debe rechazar o aceptar la inversión; antes de tomar decisiones es importante realizar ajustes y realizar una nueva evaluación. Esta relación de B/C igual a uno no significa que no existen ganancias, sino que estas solo alcanzan a compensar el costo de oportunidad de las alternativas de inversión; es indiferente realizar la inversión para la producción o invertir a la tasa de interés de oportunidad.

c) Relación beneficio/costo < 1 , significa, el valor de los beneficios son menores a los costos de inversión para la producción, la decisión es rechazar la inversión.

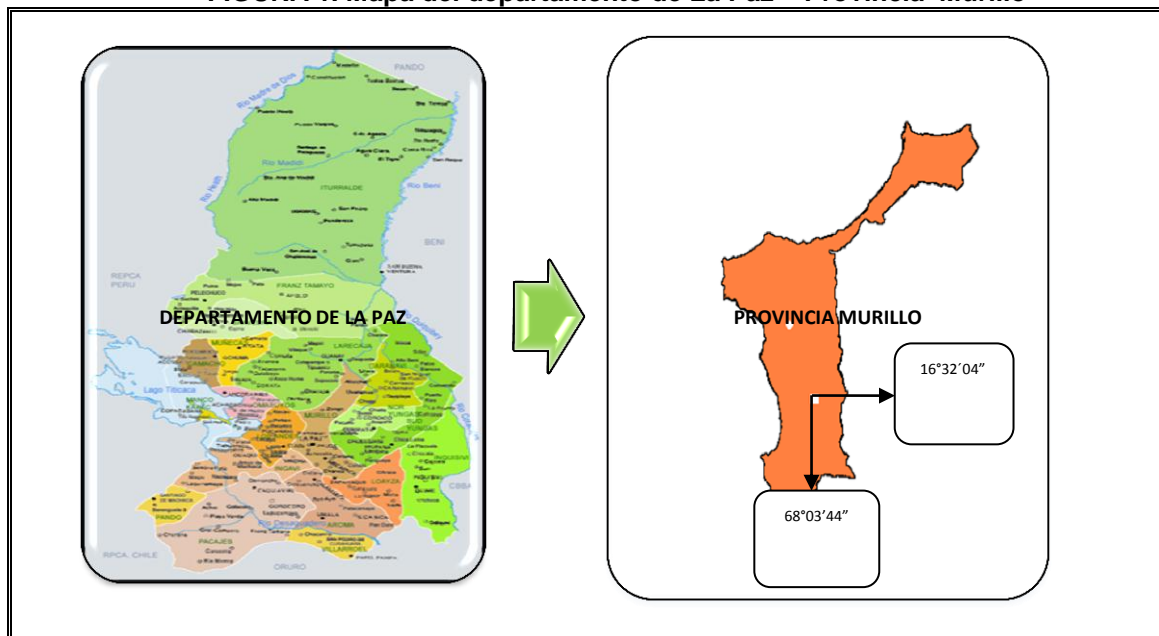
III. LOCALIZACION

3.1 Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en la Centro Experimental Cota cota, administrado por la Facultad de Agronomía.

El Centro Experimental Cota cota se encuentra ubicada en la provincia Murillo del departamento de La Paz, concretamente ubicada en la zona sur de dicha ciudad. El mapa (Figura 1) muestra la ubicación del Centro Experimental Cota cota.

FIGURA 1. Mapa del departamento de La Paz – Provincia Murillo



Fuente: MIRA BOLIVIA – MAPA POLÍTICO / DEPARTAMENTO DE LA PAZ – PROV. MURILLO

Según el IGM (2010), geográficamente Cota cota se encuentra entre las siguientes coordenadas:

16°32'04" de Latitud sur

68°03'44" de Longitud oeste

La zona presenta una precipitación de 488,53mm en promedio (DC, 2009). Datos actuales del SENAMHI (2011), reportan que la precipitación en la zona de Cota cota es 558,33 mm/año.

3.2 Descripción agroecológica

a) Fisiografía

Realizando una descripción fisiográfica, la Centro Experimental Cota cota se encuentra situada al sud este de la ciudad, ubicada en la región morfo estructural de las Cordilleras Oriental y Central. Esta región corresponde a un extenso bloque

en la altiplanicie al oeste y al este de la zona sub andina. El Centro Experimental está frente al río Jillusaya que forma parte de la cuenca Achumani inferior y entre la serranía de Cota cota, ubicada en lo que corresponde al torrente de Cota cota. Esta región presenta zonas erosionadas en forma de huecos, debido al lavado en profundidad de arcilla y sales minerales con agua de infiltración provenientes del río, (Zeballos, 2000).

b) Altitud

El Centro Experimental está a una altitud de 3445 metros sobre el nivel del mar (DC, 2009).

c) Vientos

Los vientos que predominan en el sector de la estación, provienen del sud oeste en un 30 % y del 20% del sud este. Los vientos de menor intensidad son los que provienen del norte con 10% y del este con 5% (Zeballos, 2000).

d) Temperatura

DC (2009) reporta, por lo general esta zona presenta climas templados, propios de una zona templada, con un invierno que no es seco ya que existe la presencia de especies arbóreas que ayudan la presencia de humedad; tiene un periodo pluvial distribuido de forma irregular que comprende los meses de noviembre a febrero, las temperaturas promedio de la estación son:

Temperatura máxima: 21,50°C

Temperatura media: 11,50°C

Temperatura minina: - 0,6

e) Suelos

Zeballos (2000), de acuerdo a la **clase textural** que presentan los suelos del Centro Experimental, estas van de **Francos** a **Franco Limoso** con presencia de material fino, en general son **suelos fértiles**.

El material es heterogéneo, constituido por grava con una matriz arcillosa y ocasionalmente arenosa.

f) pH

Fernández (2011) señala, el pH promedio en los suelos del Centro Experimental Cota cota es de 7,8. Por su parte, Zeballos (2000) afirma, la distribución de este parámetro está dentro el rango de 6,2 – 7,9.

g) Vegetación y fauna

La vegetación predominante en el Centro Experimental Cota cota está conformada por especies silvestres, especies cultivables (sistema intensivo e extensivo), frutales, especies arbóreas y arbustivas.

Entre las especies arbóreas se encuentran especies como: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Ciprés (*Cupressus macrocarpa*), Álamo (*Pupulos deltoides*), Aromo negro (*Acasia melanoxilon*); entre los arbustos tenemos la Retama (*Spartium junceum*.); arbustos de origen andino, de mediana estatura como la Chilca (*Baccharis incanun*), considerado como un elemento típico de la Puna; entre las herbáceas está el Kiquyo (*Penisetum sp.*), Tarwi silvestre (*Lupinus altimontanus*). Otras especies: Alfa alfa (*Medicago sp.*), Tréboles (*Trifolium sp.*) que son fijadores de nitrógeno (Zeballos, 2000).

3.3 Características generales de la carpa solar

La figura 2, presenta el ingreso principal al Centro Experimental Cota cota, así mismo se observa la carpa donde se realizó el trabajo de investigación.

FIGURA 2. Carpa solar – Centro Experimental Cota cota



El trabajo de campo se realizó en la carpa principal del Centro Experimental Cota cota, llegando a ser la carpa que posee la extensión más amplia (Anexo 1.1).

La carpa solar que se constituye en un ambiente atemperado es de tipo doble agua o denominado tipo capilla, se construyó este modelo por la rigidez de la madera aserrada. La carpa solar consta de paredes y techo de agrofilm de 250 micrones, ideal para la zona de los valles de La Paz; la orientación y el ángulo de inclinación de los techos fueron establecidos de acuerdo a las normas de posición del fenómeno del sol (DC, 2009).

Se realizó la medición del área de la carpa solar con cinta métrica de 50 m y se obtuvieron las siguientes dimensiones:

Ancho de carpa solar: 21,10 m (dimensión interior carpa)

Largo de la carpa solar: 33,10 m (dimensión interior carpa)

Área total de la carpa solar: 698,41m² (Anexo 1.1)

3.3.1 Vegetación y fauna existente en la carpa solar

Son de estrato herbáceo, representado por *Oxalis* cf. *Martiana*, Verbena (*Baccharis incanun*), Verbena (*Verbena weberbaueri*) y Asteráceas de los géneros *Conyza*, *Gamochaeta*, entre otras (Zeballos, 2000).

Dentro de la fauna existen, las hormigas (*formicidae*) y los escarabajos (*Carabidae*, *Coccinelidae*, *Chrysomellidae* y *Staphylinidae*).

Las Cochinillas (*Coccidae*), que son parásitos, que causa la muerte de especies cultivadas por infestación masiva. Las larvas de mariposas *Matardaris cosinga* (Zeballos, 2000).

Otros invertebrados que favorecen indirectamente al crecimiento de las plantas, mejorar las condiciones físico – químicas de suelo, estos invertebrados están representados por las babosas (*Anonidae*), *Helicidae* (caracoles de jardín), *Lumbricidae* (lombrices), *Onicidae* (isópodos) y *Aranae* (arañas). (Zeballos, 2000).

Los vertebrados, representados por anfibios (Bufo, Hila), reptiles como lagartijas del género *Liolaemus* y culebras; aves como el chihuano (*Turdus chiguanco*), la paloma manchada (*Columba maculosa*) y pequeños mamíferos el murido (ratón común) *Mus musculus* (Zeballos, 2000).

Se realizó una inspección visual de la flora y fauna antes de citarlas.

3.3.2 Distribución de hortalizas y frutos cultivados

La forma de cultivar las hortalizas es en platabandas; principalmente se cultivan:

- Frutilla (*Fragaria sp.*), fruto
- Tomate (*Lycopersicum sculentum* Mill.), hortaliza de fruto
- Pepinillo (*Cucumis sativus* L.), hortaliza de fruto
- Pimentón (*Capsicum annum* L.), hortaliza de fruto
- Páprika (*Capsicum sp*), hortaliza de fruto
- Lechuga suiza (*Velarianella locusta*), hortalizas de hoja

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material Vegetal

El material vegetal que se utilizó en el presente trabajo de investigación fue semillas de variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.):

- Variedad Astro 1
- Variedad Astro 2

4.1.2 Insumos

- Turba
- Aserrín
- Arena

4.1.3 Equipo

- Regadera
- Guantes
- Ropa de trabajo
- Botas

4.1.4 Material de campo

- Picotas
- Palas
- Chontilla
- Rastrillos
- Estacas
- Correa
- Flameador casero
- Bolsas de yute
- Letreros de identificación

4.1.5 Material de medición

- Termómetro (máximas y mínimas)
- pH metro
- Balanza de precisión
- Cinta métrica (50 metros)
- Flexómetro (5 metros)
- Regla milimétrica
- Regadera (5 litros)

4.1.6 Material de escritorio

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Cd`s
- Cuaderno de campo
- Hojas de registro

4.2 Metodología

Zorrilla y Torres (1994) afirman, la metodología es un orden, un camino. La metodología no surge como especulación aislada de la investigación de los objetos, sino que se va desarrollando conjuntamente con la investigación. De ahí que el método tenga una relación directa con la estructura del conocimiento humano; lo que proporciona el fundamento de validez a las teorías metodológicas.

4.2.1 Diseño de la investigación

Para Rodríguez (1991), el diseño de bloques completamente al azar, son un conjunto de unidades experimentales dispuestas o seleccionadas con anterioridad a la asignación de tratamientos, de esta manera la variabilidad existente es minimizada dentro los bloques y maximizada entre los mismos. Los tratamientos tienen una asignación aleatoria el mismo número de veces (normalmente una vez) a la unidad experimental dentro de un bloque.

El mismo autor sostiene, los bloques pueden estar constituidos por áreas compactas de un campo, grupo de animales que pueden manipularse de modo uniforme, o por diferentes tipos de aplicación de tratamientos a unidades experimentales.

De acuerdo al tipo de investigación que se realizó, el diseño experimental más adecuado para dicho trabajo fue el de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de dos por tres; con tres bloques y seis tratamientos Steel y Torrie (1992). La principal razón fue de acomodar los bloques de acuerdo a las dimensiones de las parcelas experimentales; otro motivo, este modelo permite eliminar el gradiente de variación en un solo sentido, disponiendo los bloques en la dirección del gradiente, así como la fertilidad del suelo y la humedad que el lugar posee.

Montgomery (2005), citado por Valdivia (2008) señala, una unidad experimental se refiere al individuo, lugar o parcela a la cual se le aplican los tratamientos. Ej.: Una planta, un conjunto de plantas, un animal, un conjunto de animales. En ocasiones la unidad experimental y la unidad de observación son la misma, por ejemplo, cuando se asigna al azar diferentes intensidades de poda a árboles individuales, entonces el árbol es la unidad experimental y al mismo tiempo la unidad de

observación. Pero si se aplica fertilizante a una parcela de maíz, de la cual se miden 15 plantas, entonces la parcela constituye la unidad experimental y la planta de maíz la unidad de observación.

La cantidad de bloques fueron tres, debido a la disposición de espacio que presenta la carpa, y porque aun la presencia de semillas de rúcula no es la suficiente en los lugares de expendio.

4.2.1.1 Modelo lineal

Steel y Torrie (1992), recomienda el siguiente modelo lineal aditivo para el análisis estadístico:

$$Y_{ijk} = u + \beta_i + \alpha_j + \delta_k + (\alpha\delta)_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

u = Media general

β_i = Efecto del i – ésimo bloque

α_j = Efecto del j – ésima variedad

δ_k = Efecto de K – ésima densidad de plantación

Y_j = Efecto de la j – ésima variedad

$\alpha\delta_{jk}$ = Interacción del factor A y B

E_{ijk} = Error experimental

4.2.1.2 Factores de estudio

Se plantearon los factores de estudio en base a los objetivos trazados, es decir, 2 variedades de rúcula y 3 densidades de siembra:

Variedades (A) V_1 : Astro 1
 V_2 : Astro 2

Densidades (B) D_1 : (0.15 x 0.15) m
 D_2 : (0.20 x 0.20) m
 D_3 : (0.25 x 0.25) m

Detalle

$V_1 D_1$: Astro 1, 0.15 m entre hileras x 0.15 m entre plantas

$V_1 D_2$: Astro 1, 0.20 m entre hileras x 0.20 m entre plantas

$V_1 D_3$: Astro 1, 0.25 m entre hileras x 0.25 m entre plantas

$V_2 D_1$: Astro 2, 0.15 m entre hileras x 0.15 m entre plantas

$V_2 D_2$: Astro 2, 0.20 m entre hileras x 0.20 m entre plantas

$V_2 D_3$: Astro 2, 0.25 m entre hileras x 0.25 m entre plantas

4.2.1.3 Tratamientos

Las combinaciones de los factores tendrán una distribución al azar con 6 tratamientos como presenta el cuadro 2.

CUADRO 2. Descripción de tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	Nº DE REPETICIONES
T ₁	V ₁ D ₁ (variedad Astro 1 x densidad 0.15 m)	3
T ₂	V ₁ D ₂ (variedad Astro 1 x densidad 0.20 m)	3
T ₃	V ₁ D ₃ (variedad Astro 1 x densidad 0.25 m)	3
T ₄	V ₂ D ₁ (variedad Astro 2 x densidad 0.15 m)	3
T ₅	V ₂ D ₂ (variedad Astro 2 x densidad 0.20 m)	3
T ₆	V ₂ D ₃ (variedad Astro 2 x densidad 0.25 m)	3

4.2.1.4 Dimensiones del área experimental

De acuerdo a las dimensiones de la platabanda, el área experimental tuvo las siguientes medidas:

Área total del campo experimental	54,40 m ²
Ancho del campo experimental	1,70 m
Largo del campo experimental	32,00 m
Área de la parcela experimental	41,58 m ²
Ancho de la parcela experimental	1,40 m
Largo de la parcela experimental	32,00 m
Área de cada bloque	13,86 m ²
Ancho del cada bloque	1,40 m
Largo de cada bloque	9,90 m
Número de bloques	3
Área de la unidad experimental	2,31 m ²
Ancho de unidad experimental	1,40 m
Largo de unidad experimental	1,65 m
Número de unidades experimentales por bloque	6
Número total de unidades experimentales	18
Distancia entre bloques	0.40 m
Distancia entre unidades experimentales	0,10 m
Distancia de pasillo entre parcela experimental y platabanda vecina	0,20 m y 0,10 m

4.2.1.5 Tamaño de muestra

Daza (2006), para realizar la estimación de un parámetro mediante un intervalo de confianza, se debe determinar el tamaño de muestra, fijar el nivel de confianza y el error máximo que desea cometer al realizar la estimación; para determinar el

tamaño de la muestra dependerá del parámetro que se está estimando, existen una serie de métodos y formulas según sea el caso.

Por su parte Martínez (2003) señala, para determinar el tamaño de muestra se debe tomar en cuenta **el nivel de confianza**, que tiene relación directa con el tamaño de la muestra, por lo tanto, a mayor cantidad de muestras mayor el nivel de confianza, los valores de Z se obtienen mediante el uso de tablas.

La **precisión de la estimación**, es el margen de error que el investigador fija de acuerdo al conocimiento que tenga acerca del parámetro que piensa estimar.

Ya que se conoce la población total de semillas, se optó por el uso de la fórmula para población finita. Martínez (2003) da a conocer la fórmula para población finita:

$$n = \frac{Z^2 N P Q}{(N - 1)E^2 + Z^2 P Q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza

P = Probabilidad de éxito

Q = Probabilidad de fracaso

E = Error de estimación

N = Tamaño de la población

También Sampieri et.al. (2006), para obtener el tamaño de una muestra finita, señalan las siguientes fórmulas:

$n = \frac{n_o}{1 + (n_o/N)}$	$n_o = \frac{Z^2 P Q}{E^2}$
-------------------------------	-----------------------------

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

n_o = Tamaño de la muestra sin ajustar

Z = Nivel de confianza

P = Probabilidad de éxito

Q = Probabilidad de fracaso

E = Error de estimación

N = Tamaño de la población

Utilizando las dos fórmulas se obtuvieron los siguientes tamaños de muestras, teniendo en cuenta las densidades de siembra:

Nivel de confianza del 92%

$Z=1,75$

$P= 0,5$

$Q= 0,5$

$E= 0,08$

$N= D_1 (0.15 \text{ m}) = 594$

$D_2 (0.20 \text{ m}) = 384$

$D_3 (0.25 \text{ m}) = 252$

Realizando los cálculos respectivos, se obtuvieron los tamaños de muestra (cuadro 3) para las densidades establecidas.

CUADRO 3. Tamaño de muestra

DENSIDAD DE SIEMBRA	TAMAÑO DE MUESTRA
$D_1 (0.15 \times 0.15)$	17 muestras
$D_2 (0.20 \times 0.20)$	15 muestras
$D_3 (0.25 \times 0.25)$	13 muestras

4.2.2 Procedimiento experimental

4.2.2.1 Características de la parcela experimental

La parcela experimental (Anexo 1.3) tiene un área total de $41,58\text{m}^2$, con un largo de 32,00 m y ancho 1,40m.

La parcela experimental fue dividida en 3 bloques, cada uno con un área de $13,86 \text{m}^2$, la separación (pasillo) entre bloques fue de 0,40 m.

El total de unidades experimentales fue de 18 unidades, el área de cada unidad fue de $2,31\text{m}^2$ ($1,65 \times 1,40$) m.

4.2.2.2 Habilitación del área experimental

A partir del 8 de Agosto de 2011 se realizó la habilitación del área experimental. Para la obtención de esta área, se realizó el recorrido de las platabandas de frutilla (*Fragaria sp.*), dicha labor se la efectuó de la siguiente forma:

- El pasillo entre platabandas de frutilla era mayor a los 50 cm llegando hasta los 90 cm, este espacio era innecesario ya que los métodos para el cultivo de frutilla indican que el pasillo entre platabandas debe ser de 50 cm (Miserendino, 2009), existía una pérdida de espacio innecesaria.
- En cada platabanda, se habilito una hilera adicional, de esta forma se redujo hasta los 50 cm el ancho del pasillo entre platabandas, espacio necesario para realizar las actividades culturales que este cultivo necesita.
- De 10 platabandas de frutilla existentes, se lograron reducir a 7 platabandas (cada platabanda con 3 hileras); así se obtuvo el espacio necesario para la habilitación de parcelas experimentales destinadas a la investigación.

4.2.2.3 Preparación del terreno

Fuentes (1999), el objetivo principal de la preparación del terreno es conseguir en el suelo una estructura adecuada para el buen desarrollo de las plantas con las mejores condiciones posibles.

El mismo autor señala, otros objetivos que consigue la preparación del terreno, es la eliminación de malas hierbas, enterramiento de residuos de cosecha; control del agua en el suelo para acumular la cantidad mayor posible; para reducir pérdidas y para evacuar el agua sobrante; control de la temperatura del suelo, relacionado con el contenido de la humedad; reducción de los riesgos de erosión.

Para la preparación del suelo de la parcela experimental se efectuaron las siguientes actividades:

a) Limpieza

En el espacio destinado al área experimental, se efectuó una limpieza general de todos los restos que quedaron después de la habilitación del área destinada para la investigación.

b) Descortezado

Esta labor se hizo porque el suelo estaba con tendencia a formar cortezas duras (planchado), en especial, el área de los pasillos. La finalidad de esta actividad era romper la costra superficial, de este modo se facilitó la emergencia de las plántulas y también para destruir la capilaridad, evitando la exagerada evaporación. La herramienta utilizada para esta labor fue rastrillo.

c) Rastrado

Tuvo la finalidad de despedazar los terrones grandes y mezclar la materia orgánica con el suelo.

d) Carpida

Esta actividad se efectuó hasta una profundidad de 20 cm, así se eliminó las malezas y se hizo remoción de la tierra, mejorando de esta forma la granulosidad, aumentando el contenido de oxígeno y la meteorización necesaria para activar las reacciones del suelo y con ello la descomposición de las sustancias orgánicas. Se utilizó picotas y azadón.

e) Escardillado

Similar a la carpida, se hizo a menor profundidad (5 a 10 cm). Se efectuó después de cada riego, así se conservó la humedad para el suelo. Se utilizaron las mismas herramientas que en la carpida más el uso de chontilla de porte menor.

f) Muestra de suelo

Antes de realizar el abonado del suelo de la parcela experimental; con la ayuda de un lienzo y estacas, se demarco en zigzag toda el área de la parcela, se extrajo 2 kilos de suelo para el análisis químico en laboratorio; así se obtuvo las cantidades exactas de N, P, K que contenía el suelo

g) Abonado

No se incorporó abonos; el reporte del análisis de laboratorio (Anexo 2), indicó que las cantidades de N, P, K (cuadro 5) eran adecuadas para el crecimiento de las variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.).

h) Aplicación de sustratos

Para darle al suelo mejor actividad microbiana y esta no se reduzca, se aplicó turba y arena; estos sustratos ayudan a que la infiltración de agua no sea dificultosa y que no exista asfixia radicular.

La incorporación de arena fue 50% en relación con la turba. La arena proporciona una retención de los nutrientes que posee la turba y el suelo (Yuste, 1997).

i) Rotado y nivelado

Esta labor se efectuó para mullir los grumos sobrantes del suelo y para que el grado de humedad que se proporcione al suelo sea uniforme, así los beneficios al cultivo sean los más adecuados.

j) Desinfección del Suelo

Después de preparar el terreno y con la ayuda de un flameador casero se realizó la desinfección de toda el área de la parcela experimental, así se eliminó residuos de plantas indeseables aún existentes, insectos y nematodos; con esta labor se pudo reducir el nivel de fitopatógenos del suelo, a su vez, se estimuló a los microorganismos benéficos. El resultado fue un suelo desinfectado.

Por su parte Yuste (1997) afirma, el comportamiento de un suelo desinfectado es como un lugar virgen, donde no existe competencia y los microorganismos pueden penetrar con facilidad. El suelo se convierte en un receptor vacío listo para la plantación o sembrado.

4.2.2.4 Delimitación de la parcela

La delimitación de la parcela experimental se la realizó de la siguiente forma:

- Con la ayuda de una cinta métrica de 50 m y con estacas de 70 cm de longitud, se demarcó la parcela experimental.

- Con estacas de porte menor, se delimitaron los bloques.
- Con la ayuda de floxómetro de 5 m de largo y lienzos, se delimitaron las unidades experimentales.

a) Surcado

Con la ayuda de una herramienta casera, se hizo el trazado de las hileras con las densidades de siembra ya definidas (0.15 m, 0.20 m y 0.25 m).

b) Conteo y pesaje de la semilla

Se hizo un conteo de las semillas por variedad y para cada densidad definida; una vez contadas las semillas se procedió al pesaje de estas, este pesaje fue por variedad ya que la variedad Astro 2 es de mayor tamaño que la variedad Astro 1.

El cuadro 4, presenta la cantidad total de semillas de rúcula que se utilizó en el trabajo experimental.

CUADRO 4. Cantidad total de semillas de rúcula (*Eruca sativa* Mill.)

DENSIDAD	SEMILLAS POR GOLPE	SEMILLAS TOTALES	VARIEDADES	GRAN TOTAL
D ₁ (0.15 X 0.15)	3	1782	2	3564
D ₂ (0.20 X 0.20)	3	1152	2	2304
D ₃ (0.25 X 0.25)	3	756	2	1512
GRAN TOTAL				7380

c) Sistema de siembra

Para la siembra de la rúcula, se usó el sistema de siembra por golpe y asiento, al respecto Corridoni (1989) señala, la siembra a golpes consiste en depositar una cantidad de semillas en el mismo punto. Este método es propio de la agricultura manual y se adapta a semillas de forma redonda: nabos, judías, rúcula, etc.

d) Profundidad de siembra

Corridoni (1989) afirma, la profundidad de siembra varía con la climatología, con las condiciones del suelo y las dimensiones de la semilla. Se debe sembrar a mayor profundidad en terrenos secos que en los húmedos; también se debe sembrar a mayor profundidad en suelos sueltos que en los compactos. Tal como indica la bibliografía, la profundidad a la que fue sembrada la rúcula fue de 0,5 cm.

e) Siembra

Fuentes (1999) sostiene, para la siembra se necesita un sustrato bien pulverizado que asegure un buen contacto con la semilla, con humedad y aireación suficiente que faciliten la germinación.

Teniendo estas consideraciones presentes, se hicieron los siguientes trabajos en la siembra:

- La siembra se realizó el 15 de septiembre de 2011, de forma directa se colocaron 3 semillas por golpe, es decir, para cada densidad establecida se sembraron 3 semillas; este procedimiento de siembra fue para las 3 densidades y para las dos variedades (Astro 1 y Astro 2).
- Para cubrir las semillas sembradas se formó una mezcla de turba con tierra negra y esta a su vez fue cernida, es decir, sustrato pulverizado (Fuentes, 1999) para que exista el adecuado contacto con la semilla.
- Sembradas el total de las semillas se hizo el regado a toda la parcela experimental.

La figura 3, presenta la actividad cultural del sembrado de las semillas de rúcula, esta actividad cultural se realizó con el asesoramiento y colaboración del asesor del trabajo de investigación Ing. Agr. Willams Murillo.

FIGURA 3. Siembra de rúcula (*Eruca sativa* Mill.)



f) Cobertura del suelo

Una vez terminada la siembra se colocó una cobertura de paja (Figura 4), se eligió este material por su accesibilidad y costo; de esta manera se consiguieron:

- Reducir la evaporación del agua.
- Se redujo la competencia de malezas, por lo tanto, se ahorró agua para las plantas del cultivo.
- Se mantuvo la temperatura del suelo permitiendo obtener los días a la emergencia más temprana.
- Se redujo el crecimiento de malezas y la competencia por agua, luz, nutrientes y espacio de estas con el cultivo.

- Se logró mantener una buena estructura del suelo, ya que el mismo permaneció suelto y desmenuzable, proporcionando buena aireación a las raíces.
- Contribuyo a la formación de un mejor sistema radicular y aprovechamiento de los nutrientes.

FIGURA 4. Cobertura de paja



g) Riego

Sánchez (2004) afirma, para un efectivo riego, la cantidad de agua debe estar entre los 3 a 5 litros por metro cuadrado de tierra.

Para que el riego sea efectivo y mantener el suelo a capacidad de campo, los intervalos del riego que se realizaron en la parcela experimental fueron de la siguiente forma:

- Primer riego, se hizo una vez terminado el preparado el suelo, de esta forma el suelo mantuvo la humedad necesaria para el sembrado.
- Después del sembrado se realizaron 3 riegos por semana hasta que se tuvo asegurado el arraigo.

La cantidad de agua utilizada para el riego fue de 5 l/m², esto se determinó con la ayuda de una regadera graduada; como se presenta en la figura 5, con esta cantidad de agua mantuvo el suelo a capacidad de campo; al respecto TPA (2011) señala, la capacidad de campo es el contenido de humedad que permanece en el suelo 2 o 3 días después de una lluvia o riego intenso, cuando el drenaje vertical ha reducido la humedad del suelo.

FIGURA 5. Riego – Parcela experimental



Serrano (1979), señala que el riego en las carpas solares debe ser superior a 12 – 14°C; con temperaturas inferiores el suelo se enfría, perjudicando la absorción radicular de las plantas.

h) Binas

Con una chontilla esta labor cultural se la realizo después de cada riego con el fin de romper la corteza superficial. Por su parte Serrano (1979) afirma, la bina se debe dar después de cada riego, al iniciar el cultivo hasta que la vegetación cubra el suelo.

i) Aporque

El aporque se hizo con chontilla y consiste en arrimar tierra al pie de la planta, (Figura 6) esta labor se realizó con la finalidad de:

FIGURA 6. Aporque – Parcela experimental



- Evitar el compactamiento del suelo.
- Dar a la planta mayores elementos de sostén.
- Favorecer el desarrollo de las raíces.

- Proteger las raíces de las heladas.

j) Aclareo o raleo y control de Malezas

Esta labor se hizo para eliminar las plantas excedentes, proporcionar una densidad apropiada al cultivo y se evitó la competencia entre plantas.

El raleo se realizó manualmente cuando el 80% las plantas de rúcula llegaron a tener dos hojas verdaderas y un tamaño superior a los 5 cm.

Serrano (1979) indica, después de la emergencia, una vez que las plantas posean hojas verdaderas es necesario hacer aclareos (Figura 7), de esta manera se dejaron las cantidades exactas de plantas de rúcula por golpe tanto en surcos como en hileras.

Haefl (1997) señala, las malezas causan muchos daños, compiten con los cultivos por el agua, luz, nutrientes y dificultan la recolección; obstruyen los canales de riego y drenaje; causan mayor incidencia de plagas y enfermedades

Para evitar todos estos daños, se efectuó el control de malezas cuando estas estuvieron en un periodo de emergencia. El desmalezado fue manual y con la ayuda de chontillas pequeñas.

FIGURA 7. Aclareo – Parcela experimental



k) Cosecha

Una vez que las hojas de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) alcanzaron la madurez fisiológica, es decir, fase comercial (hojas listas para el consumo) y un tamaño entre 15 a 20 cm (Rzedowski, 2001), se realizó la cosecha de la siguiente forma:

- El primer corte (cosecha) se efectuó el 15 y 16 de octubre de 2011 en la variedad Astro 2; la cosecha en la variedad Astro 1 fue el 20 y 21 del mismo mes.

- El segundo corte en la variedad Astro 2 se realizó el 11 y 12 de noviembre de 2011; en la variedad Astro 1 fue el 19 y 20 de noviembre de 2011.
- Se hizo un conteo y medición del total de hojas por planta cosechadas.
- Se hizo el pesado de las total de las plantas cosechadas por unidad experimental.

4.2.3 Variables

Para Manzilla (2007), de acuerdo al “tipo” de “hechos” o **variables** y a la forma y técnica de medirlos, se determinan las escalas de medida.

4.2.3.1 Variables de estudio

a) Temperatura ambiente

Se hizo un seguimiento de las temperaturas diarias máximas, mínimas y medias de la zona sur, específicamente de Cota cota.

b) Temperatura dentro la carpa solar

Con la ayuda de un termómetro de máximas y mínimas se hizo el seguimiento de las temperaturas máximas y mínimas en el interior de la carpa solar; además se registró las temperaturas medias. El seguimiento fue diario (Anexo 3.1) durante los meses del trabajo de campo.

c) Análisis químico del suelo

Para el análisis químico, se tomaron muestras de suelo de la parcela experimental; así se obtuvieron las cantidades exactas de N, P, K que contiene el suelo. Con estos resultados se llegó a la conclusión que no era necesario la incorporación de abonos.

4.2.3.2 Variables de respuesta

a) Días a la emergencia

Con estos datos obtenidos, se logró determinar el porcentaje de las semillas que llegaron a emerger, es decir, formar las hojas cotiledonales (hojas falsas) en condiciones de carpa solar; se hizo un seguimiento diario a esta variable hasta que las plántulas de rúcula emerjan. La lectura se realizó a los 4 días después de la siembra de las semillas.

b) Días a la cosecha (fase comercial)

Son los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que más del 50% de las plantas de un tratamiento llegan al estado de cosecha. La forma de registro

de esta variable se efectuó mediante la degustación, esto sucedió cuando las hojas adquirieron un sabor parecido al maní y un picante no muy amargo y un tamaño entre 15 – 20 cm (Rzedowski, 2001).

c) Altura de planta

Para el registro para esta variable se hizo un muestreo al azar y se realizaron los siguientes pasos:

- Se midió desde la parte basal del cuello hasta el ápice de la hoja más alta.
- Se evitó tomar medidas de las plantas localizadas en los extremos de las unidades experimentales, para evitar el efecto borde.

d) Longitud foliar

Mediante el uso de una regla graduada, se efectuó la medición de la longitud foliar, esta medición se hizo desde el cuello de la planta hasta el ápice de las hojas.

e) Número de hojas por planta

A partir de la formación de las hojas verdaderas se hizo el registro, el conteo fue de las hojas ya desarrolladas descartando las hojas de inicio por falta de desarrollo.

f) Área foliar

Para la determinación del área foliar se utilizó papel milimetrado, se dibujó el contorno de todas las hojas seleccionadas en dicho papel, luego se hizo el conteo en cm^2 . La medición de esta variable se hizo después de cada corte (cosecha).

g) Rendimiento en kg/UE

Para tener el rendimiento de cada unidad experimental (UE), se verificó que las hojas estén en fase comercial, es decir, listas para el consumo; las hojas se pesaron en una balanza analítica.

h) Rendimiento en kg/m^2

Para tener datos precisos se determinó el rendimiento en kg/m^2 .

i) Rendimiento en ton/ha

Con los rendimientos en kg/UE y en kg/m^2 , se estimó el rendimiento en ton/ha.

j) Relación beneficio/costo

Mediante la relación B/C se pudo determinar la rentabilidad del cultivo en estudio donde: menor a 1 = pérdida; igual a 1 = recupera lo invertido; mayor a 1 = ganancia.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En base a las variables establecidas, se obtuvieron los siguientes resultados:

5.1 Variables de estudio

5.1.1 Análisis químico del suelo

Con el análisis químico del suelo, se obtuvo datos precisos de la cantidad de macro nutrientes que tiene el suelo (Anexo 2). Este análisis se hizo en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN).

El cuadro 5, muestra el resultado de laboratorio, donde se presenta la cantidad de macro nutrientes que contiene el suelo de la capa solar.

CUADRO 5. Análisis químico de suelo

PARAMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO
Nitrógeno	0,39	%N	Kjeldahl
Fosforo asimilable	22,68	ppm P	Espectrofotometria UV – Vis
Potasio intercambiable	0,51	meq K/100g	

Fuente: IBTEN (INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR).

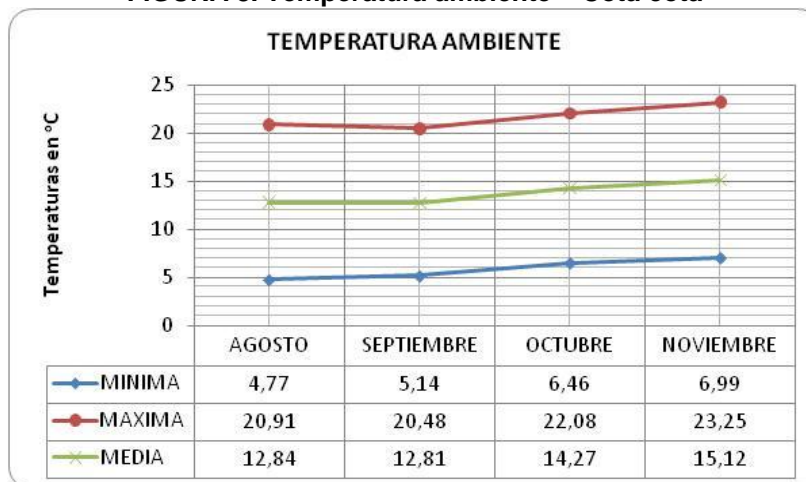
5.1.2 Temperatura

Corridoni (1989) afirma, la temperatura es importante para la vida de las plantas. Desde la germinación de las semillas hasta la maduración del producto debe estar en los límites bien definidos: un *mínimo* y un *máximo*.

5.1.2.1 Temperatura ambiente

La figura 8, son las temperaturas ambientes de la zona de Cota cota, lugar donde se encuentra ubicado el Centro Experimental. Estas temperaturas comprenden desde el mes de agosto hasta el mes de noviembre, periodo en el que se realizó el trabajo de campo.

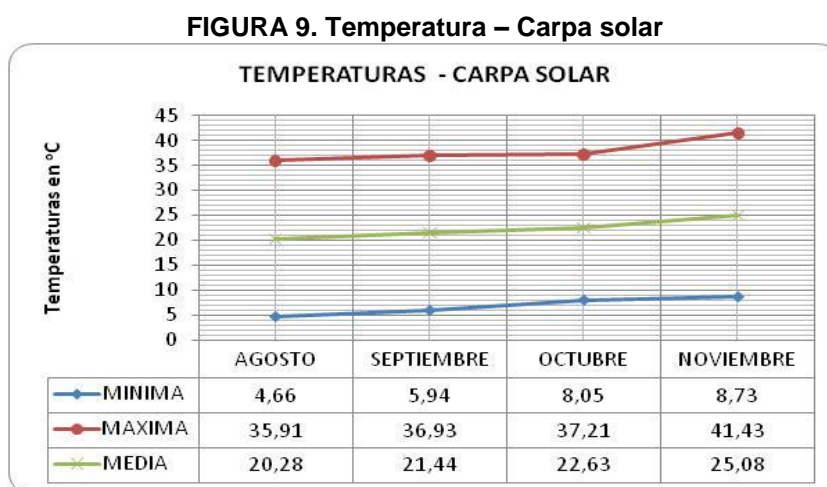
FIGURA 8. Temperatura ambiente – Cota cota



5.1.2.2 Temperatura dentro la carpa solar

Flores (2006) señala, las carpas solares destinadas a la agricultura están orientadas a controlar el microclima para el desarrollo de los cultivos, fuera de temporada.

La figura 9, presenta las temperaturas registradas en la carpa solar, periodo en el que duró de trabajo de campo.



5.2 Análisis de variables de respuesta

5.2.1 Días a la emergencia

Aliaga y Aliaga (2009) señalan, el ANVA (Análisis de Varianza), se aplican a **tratamientos** (métodos de enseñanza, ingreso per cápita, dosis de fertilizantes, variedades de cultivos, distanciamiento entre plantas, etc.) a entidades denominadas **unidades experimentales** (estudiantes, clientes, parcelas experimentales, una plata, y animal, consumidores, etc.).

El cuadro 6, presenta el análisis de varianza para los días a la emergencia en las variedades de rúcula dispuestas en tres densidades de siembra.

CUADRO 6. Análisis de varianza para los días a la emergencia

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	345,22	172,61	6,27*	4,10	7,56
Variedad	1	167,63	167,63	6,09*	4,96	10,01
Densidad	2	39,92	19,96	0,74NS	4,10	7,56
Interacción	2	15,96	7,98	0,29 NS	4,10	7,56
Error	10	275,39	27,54			
Total	17	844,06				
CV				5,7		

CV: Coeficiente de Variación en porcentajes

*: Significativo

**: Altamente significativo

NS: No significativo

Existieron diferencias significativas entre bloques, para los días a la emergencia la disposición de los bloques tuvo influencia en los días a la emergencia.

El Factor A, variedades de rúcula, presento diferencias significativas; la variedad Astro 2, registro un 95,24%, siendo mejor a 89,14% de Astro 1 (figura 11).

No existieron diferencias estadísticas en las densidades de siembra (factor B). No existió influencia de las densidades de siembra en los días a la emergencia.

La interacción entre variedades y densidades de siembra no presentó diferencias significativas.

Chungara (2005) indica, cuando el coeficiente de variación es menor al 50 %, es una buena representación del conjunto de datos, **si** el valor es mayor a 50 % entonces **no** es una buena representación de datos.

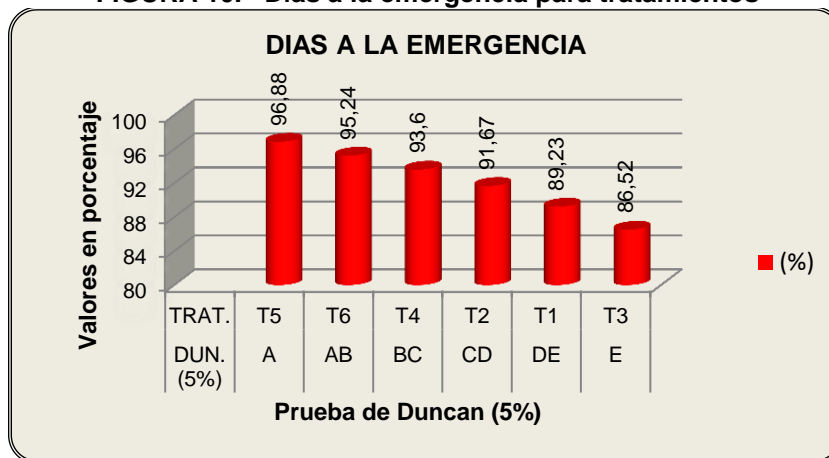
Por su parte Ochoa (2009) señala, un coeficiente de variación mayor a 35% es elevado, por lo que los datos no son confiables, los valores menores al 10% son excelentes, muy confiables.

Por lo expuestos anteriormente por estos dos autores, los datos son altamente confiables ya que el coeficiente de variación obtenido fue de 5,7%.

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 10, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para los días a la emergencia para tratamientos.

FIGURA 10. Días a la emergencia para tratamientos



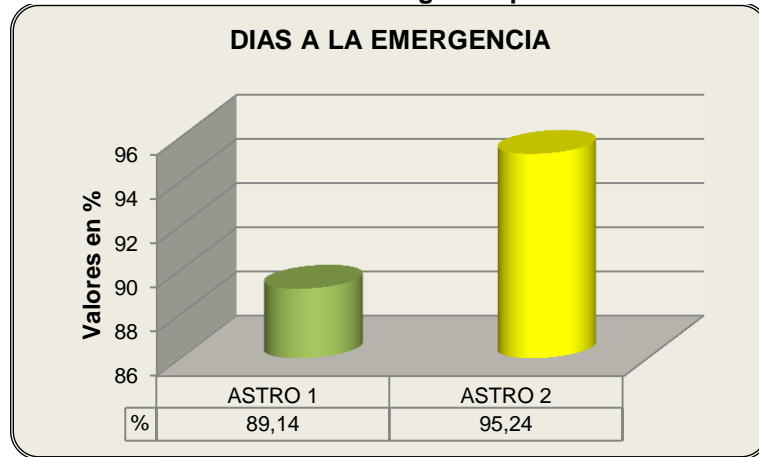
No existió diferencias significativas entre los tratamientos T₅ (96,88%), T₆ (95,24%), T₄ (93,60%) y T₂ (91,67%), los porcentajes de estos tratamientos son diferentes a los tratamientos T₁ (89,23%) y T₃ (86,52%).

El tratamiento con mayores días a la emergencia en porcentaje fue el T₅ (V₂D₂).

b) Días a la emergencia para variedades

La figura 11, presenta los porcentajes para los días a la emergencia en las variedades de rúcula.

FIGURA 11. Días a la emergencia para variedades



Si bien, los porcentajes para días a la emergencia son altos, se advierte que la variedad Astro 2 tuvo un porcentaje de 95,24 %, que fue mayor al porcentaje de la variedad Astro 1 (89,14%).

Estos porcentajes elevados de emergencia se debieron a:

- La cantidad de nutrientes del suelo era la adecuada para la germinación de las semillas de rúcula (Cuadro 5).
- Se efectuó una buena preparación del terreno, desde la habilitación del área experimental hasta la incorporación de sustratos que fueron turba y arena.
- Se hizo el regado de la parcela experimental días antes del sembrado de las semillas de rúcula, así se tuvo un suelo bien preparado y con la humedad necesaria para la germinación y emergencia de las plántulas.

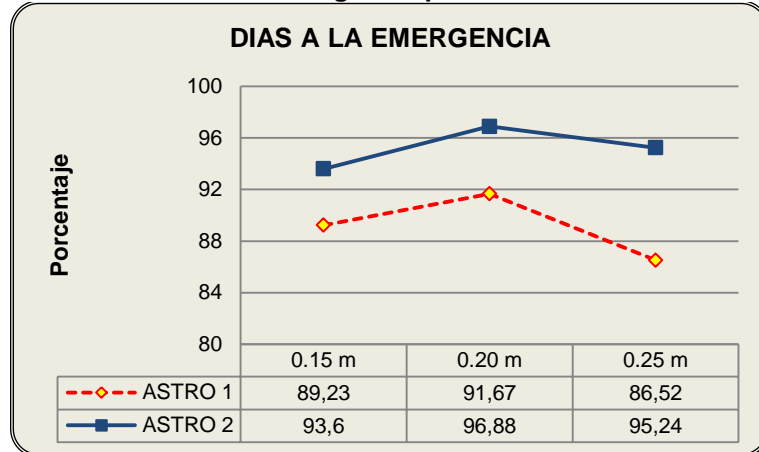
Así mismo Martínez y Pia (2006) en un trabajo de investigación en rúcula (*Eruca sativa* Mill.), registraron un porcentaje de emergencia de 80% en una densidad de plantación de 208 plantas/m² y con densidad de plantación de 416 plantas/m² obtuvieron un porcentaje de emergencia de 87%.

Si bien ambas variedades mostraron que en los extremos de la parcela experimental hubo puntos donde no emergieron las plantas, esto se debió al efecto borde.

c) Días a la emergencia para densidades

La figura 12, presenta los porcentajes para de los días a la emergencia en las tres densidades de siembra.

FIGURA 12. Días a la emergencia para densidades de siembra



Los días a la emergencia para densidades de siembra reportaron que la densidad 0.15 m presento un porcentaje de 89,23% en Astro 1 y 93,60% en Astro 2; la densidad 0.20 m reporto un porcentaje de 91,67% en Astro 1 y 96,88% en Astro 2; así mismo la densidad 0.25 m obtuvo porcentajes de 86,52% y 95,24% que correspondieron a las variedad Astro 1 y Astro 2 respectivamente.

Torrez (1984) indica, después de la germinación de un cultivo, sucede la emergencia; en forma gradual la temperatura del aire, es importante para las fases vegetativas y germinativas. Hay que tomar en cuenta que el punto crítico es variable para diferentes cultivos, la temperatura para este efecto oscila entre los 6 a 7°C, a partir del cual entra en actividad la planta ósea empieza la emergencia de las mismas, además los días a la emergencia se presenta cuando el 50% de las plantas aparecen en un 50% en la superficie.

5.2.2 Días a la cosecha

El cuadro 7, presenta el ANVA para los días a la cosecha para los dos cortes, es decir, los días transcurridos a la fase comercial.

CUADRO 7. Análisis de varianza para los días a la cosecha

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	3,188 NS	0,260 NS	4,10	7,56
Variedad	1	1049,110**	341,232 **	4,96	10,01
Densidad	2	7,280*	4,213 *	4,10	7,56
Interacción	2	0,000 NS	0,000 NS	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				
CV		6,2	1,6		

CV: Coeficiente de Variación en porcentajes

* : Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

No existieron diferencias significativas entre bloques. La ubicación de los bloques no insidido en el tiempo transcurrido para la cosecha.

Existieron diferencias altamente significativas entre variedades para el primer corte y lo propio para el segundo corte. La variedad Astro 2, estadísticamente fue superior sobre la variedad Astro 1 (Figura 14) tanto para tratamientos como para variedades.

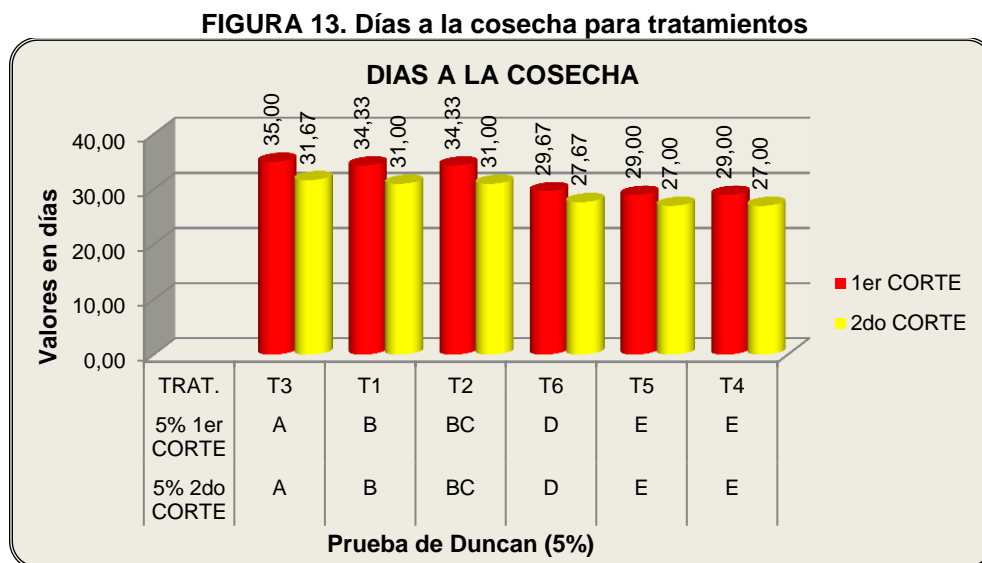
El factor B, densidades de siembra, presento diferencias significativas; para los dos cortes. Como se advierte (Figura 15), las densidades de siembra 0.15 m y 0.20 m reportaron mejores rendimientos.

La interacción variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) con densidades de siembra, para ambos cortes no presento diferencias significativas, ambos factores para los días a la cosecha son independientes.

El coeficiente de variación para el primer corte fue 6,2% y para el segundo corte fue 1,6%, los datos son altamente confiables para ambos cortes tal como sostiene (Ochoa, 2009).

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 13, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para los días a la cosecha de los tratamientos en los dos cortes efectuados.



Para el primer corte se registró:

- Diferencias significativas del tratamiento T₃ (35 días) respecto de los tratamientos T₁ (34,33 días), T₂ (34,33 días), T₆ (29,67 días) y T₅ y T₄ con 29 días en ambos.

- No se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos T₁ y T₂ (34,33 días), pero estos tratamientos fueron superiores sobre los tratamientos T₆ (29,67 días), T₅ (29 días) y T₄ (29 días).
- El tratamiento T₆ (29,67 días) fue superior sobre los tratamientos T₅ (29 días) y T₄ (29 días). Por último los días a la cosecha entre los tratamientos T₅ (29 días) y T₄ (29 días) no son significativos.

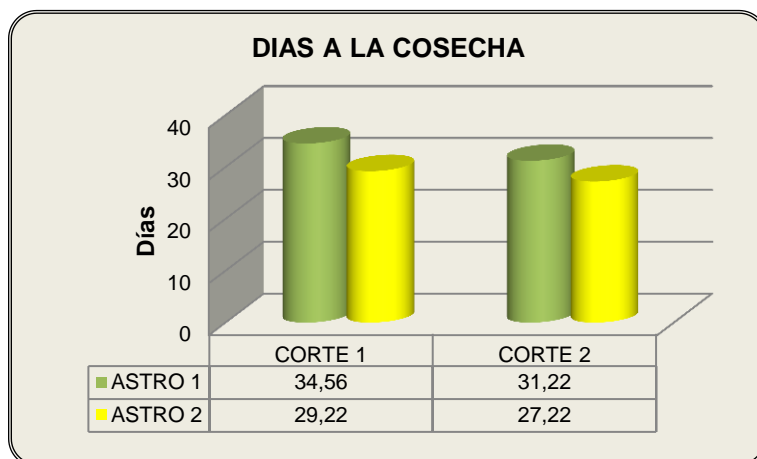
Para el segundo corte se registró:

- Al T₃ (variedad Astro 1 con densidad de siembra 0,25 m) con la mayor cantidad de días a la cosecha, reporto 31,67 días a la cosecha y el T₄ con la menor cantidad de días que fue 27.

b) Días a la cosecha para variedades

La figura 14, presenta los días a la cosecha para las variedades de rúcula realizados en ambos cortes (cosecha de hojas).

FIGURA 14. Días a la cosecha para variedades



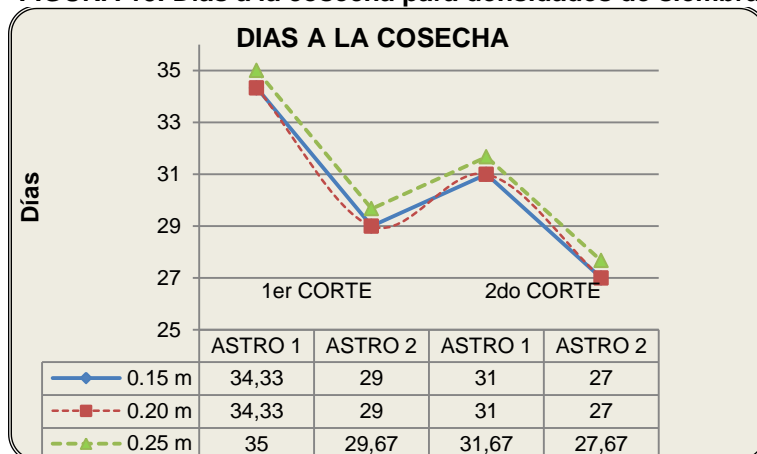
La variedad Astro 2 para primer corte reporto 29,22 días, para el segundo corte 27,22 días; así mismo la variedad Astro 1 para el primer y segundo corte reporto 34,56 días y 31,22 días respectivamente.

Ambas variedades están dentro de los parámetros señalados por Purquerio (2012), donde advierte que los días a la fase comercial del cultivo de rúcula (*Eruca sativa* Mill.), oscilan entre los 30 – 40 días después de la siembra. Por su parte Díaz (2010) señala, la cosecha empieza a partir de las 4-6 semanas después de la siembra.

c) Días a la cosecha para densidades de siembra

La figura 15, presenta los días a la cosecha para las densidades de siembra efectuados en los dos cortes (cosecha de hojas).

FIGURA 15. Días a la cosecha para densidades de siembra



Los días a la cosecha para el primer corte reportaron que la densidad 0.15 m presento 29 días para Astro 2 y 34,33 días para Astro 1; para la densidad 0.20 m, los días a la cosecha para Astro 2 fueron 29 días y para Astro 1 34,33 días; existió un incremento en días para la densidad 0.25 m, para Astro 2 los días a la cosecha fueron 29,67 días y 35 días para Astro 1.

5.2.3 Altura de planta (cm)

Los resultados obtenidos en esta variable, indican que la variedad Astro 2 presentó mejores alturas en ambos cortes (Figura 19). El cuadro 8, presenta el ANVA para la altura de planta (cm) en los cortes realizados.

CUADRO 8. Análisis de varianza para altura de planta (cm)

FV	GL	Fc PRIMERO CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	1,022 NS	1,119 NS	4,10	7,56
Variedad	1	289,000**	53,614**	4,96	10,01
Densidad	2	202,022**	56,287**	4,10	7,56
Interacción	2	18,889**	3,296 NS	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				
CV		0,8	2,2		

CV: Coeficiente de Variación en porcentajes

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

No existen diferencias significativas en ambos cortes. La disposición de bloques no influyó en el crecimiento del cultivo de rúcula (*Eruca sativa* Mill.).

Existen diferencias altamente significativas en ambos cortes para las variedades de rúcula. La figura 19, reporta que la variedad Astro 2 tuvo mayor crecimiento que la variedad Astro 1.

El Factor B, densidades de siembra, presento diferencias altamente significativas en ambos cortes; las densidades de siembra influyeron en el crecimiento. La densidad de siembra 0.15 m reporto mejores alturas (figura 20).

La interacción de A x B en el primer corte presento diferencias altamente significativas, por lo que se realizó el ANVA de efecto simple (Cuadro 9). En el segundo corte no existieron diferencias significativas, los dos factores son independientes para el crecimiento de rúcula.

Ambos cortes muestran datos altamente confiables (Ochoa, 2009) ya que los coeficientes de variación fueron 0,8% y 1,6% respectivamente.

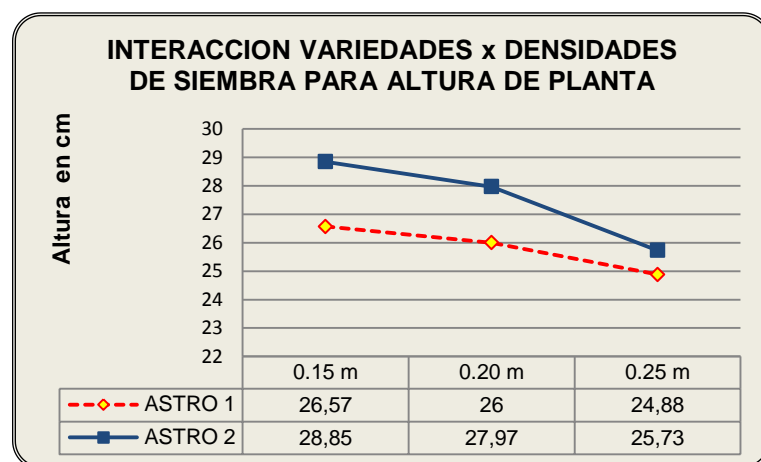
El cuadro 9, presenta el Análisis de efecto simple para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para altura de planta (cm) para el primer corte.

CUADRO 9. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para la altura de planta (cm) en el primer corte

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Variedades dentro la densidad (0.15 m)	1	72,630**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.20 m)	1	128,030**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.25 m)	1	23,840**	4,96	10,01
Densidades dentro la primera variedad	2	48,58**	4,10	7,56
Densidades dentro la segunda variedad	2	170,88**	4,10	7,56
Error	10			
Total	17			

** : Altamente significativo

FIGURA 16. Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para altura de planta (cm) en el primer corte



El cuadro 9 y la figura 16, muestran que existieron diferencias altamente significativas entre las alturas de planta para las variedades Astro 1 y Astro 2 dentro las densidades de siembra (0.15 m, 0.20 m y 0.25 m).

Las densidades de siembras 0.15 m, 0.20 m y 0.25 m presentaron diferencias altamente significativas dentro las variedades, siendo la densidad 0.15 m la que presento mejor altura (Figura 20).

Se observa que dentro densidad de siembra 0.15 m, la variedad Astro 2 obtuvo mayor altura que la variedad Astro 1. El ANVA de efecto simple indica que las diferencias son altamente significativas.

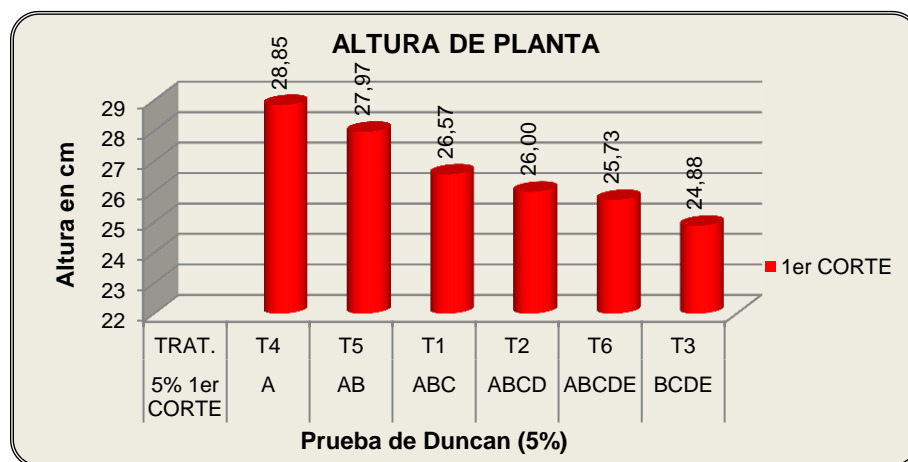
La densidad de siembra 0.20 m reporta que la variedad Astro 2 presento mayor rendimiento que la variedad Astro 1. El ANVA de efecto simple presento que las diferencias son altamente significativas, Astro 2 alcanzo mejor altura de planta.

En la densidad de siembra 0.25 m los rendimientos fueron bajos con respecto a las otras densidades, pero la variedad Astro 2 fue superior sobre Astro 1. El ANVA de efecto simple afirma que estas diferencias son altamente significativas.

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 17, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para altura de planta (cm) de tratamientos en el primer corte.

FIGURA 17. Altura de planta (cm) para tratamientos en el primer corte



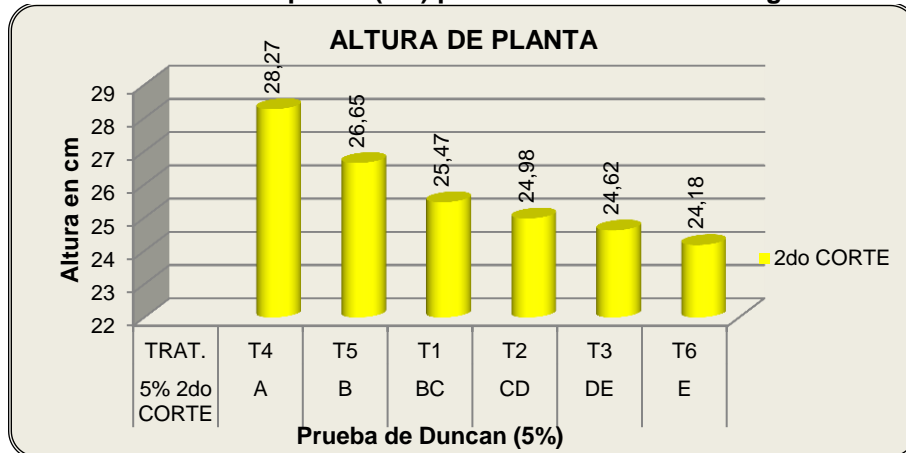
Para el primer corte, el tratamiento T₄ (V₂D₁), con una altura de 28,85 cm estadísticamente solo fue superior sobre T₃ (V₁D₃), llegando a ser el tratamiento con mayor altura de planta.

No existieron diferencias significativas en los tratamientos T₅ (V₂D₂), T₁ (V₁D₁), T₂ (V₁D₂), T₆ (V₂D₃) y T₃ (V₁D₃) con alturas de 27,97 cm, 26,57 cm, 26,00 cm, 25,73 cm y 24,88 cm respectivamente.

Los promedios reportados, indican que fueron superiores a los reportados por Martínez y Pia (2006), que obtuvieron una longitud de planta de 23,50 cm

La figura 18, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para altura de planta (cm) de tratamientos en el segundo corte.

FIGURA 18. Altura de planta (cm) para tratamientos en el segundo corte



En el segundo corte, el tratamiento T₄ (V₂D₁) con una altura de planta de 28,27 cm fue superior sobre los tratamientos T₅ (V₂D₂), T₁ (V₁D₁), T₂ (V₁D₂), T₃ (V₁D₃) y T₆ (V₂D₃) con 26,65 cm, 25,47 cm, 24,98 cm, 24,62 cm y 24,18 cm.

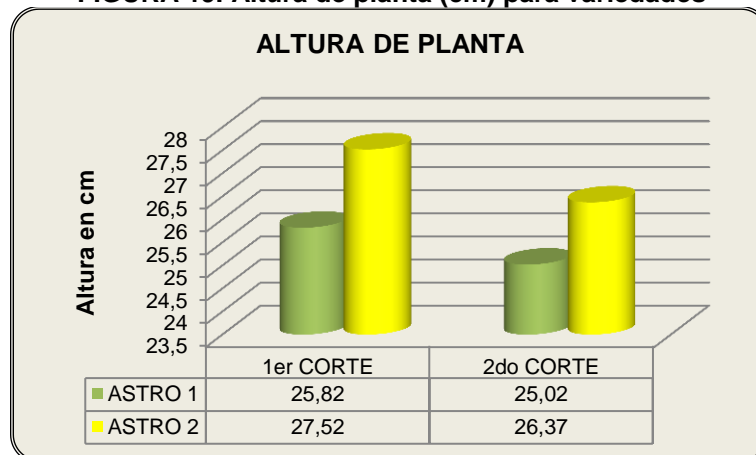
El tratamiento T₅ (V₂D₂) y T₁ (V₁D₁) con 26,65 cm y 25,47 cm respectivamente, estadísticamente fueron superiores sobre T₂ (V₁D₂), T₃ (V₁D₃) y T₆ (V₂D₃) con alturas de 24,98 cm, 24,62 cm y 24,18 cm.

El tratamiento T₂ (V₁D₂) con altura de planta de 24,98 cm fue superior sobre los tratamientos T₃ (V₁D₃) y T₆ (V₂D₃) con alturas de 24,62 cm y 24,18 cm.

b) Altura de planta (cm) para variedades

La figura 19, presenta las alturas de planta para variedades de rúcula

FIGURA 19. Altura de planta (cm) para variedades

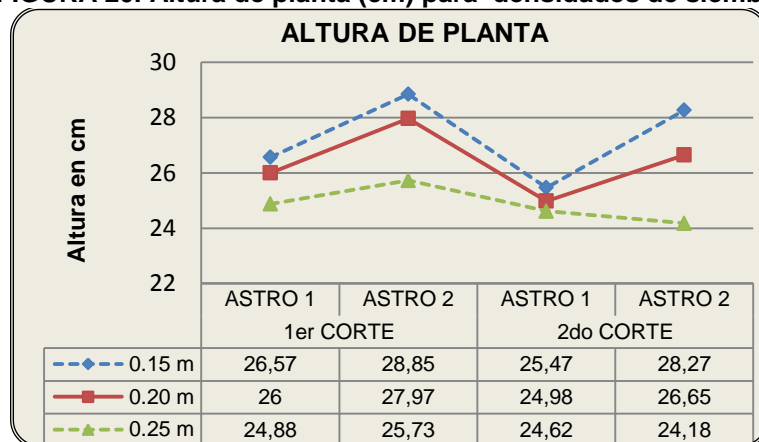


La variedad Astro 2 presento para el primer corte una altura de planta de 27,52 cm y 26,37 cm para el segundo corte, siendo superior a la altura de planta de la variedad Astro 1 que reporto una altura de planta de 25,82 cm en el primer corte y de 25,02 cm para el segundo corte.

c) Altura de planta (cm) para densidades de siembra

La figura 20, presenta las alturas de planta para las densidades de siembra en los dos cortes (cosechas de hojas).

FIGURA 20. Altura de planta (cm) para densidades de siembra



Para el primer corte, la densidad de siembra 0.15 m reporto a la variedad Astro 2 con una altura de 28,85 cm y la altura de planta más baja se registró en la densidad 0.25 m, con una altura de 24,88 cm en Astro 1.

Para el segundo corte, las alturas de planta fueron menores; la variedad Astro 2 en la densidad de siembra 0.15 m reporto una altura de planta de 28,27 cm y la altura de planta más baja la reporto dicha variedad con 24,18 cm.

5.2.4 Longitud foliar (cm)

El cuadro 10, presenta el análisis de varianza para longitud foliar (cm) en los dos cortes.

CUADRO 10. Análisis de varianza para longitud foliar (cm)

FV	GL	Fc PRIMERO CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	0,417 NS	0,773 NS	4,10	7,56
Variedad	1	80,257**	68,378**	4,96	10,01
Densidad	2	53,634**	24,304**	4,10	7,56
Interacción	2	4,017 NS	5,453*	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				
CV		1,6	2,7		

CV: Coeficiente de variación en porcentajes

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

No existieron diferencias significativas en los bloques para los dos cortes.

Se registraron diferencias altamente significativas en las variedades. La variedad Astro 2 (Figura 23) obtuvo mejores rendimientos.

Existieron diferencias altamente significativas para las densidades de siembra; la densidad de siembra 0.15 m (Figura 24), reportó mejores rendimientos.

La interacción de variedades de rúcula con densidades de siembra en el primer corte no presentó significancia; el segundo corte tuvo significancia, vale decir, que la interacción en este corte tiene influencia en el crecimiento de las hojas, para tal efecto se realizó el ANVA de efecto simple (Cuadro 11).

Los datos obtenidos reportan alta confiabilidad (Calzada, 1982); el primer corte reportó un coeficiente de variación de 1,6%; en el segundo corte, el coeficiente de variación fue 2,7%.

CUADRO 11. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para longitud foliar (cm) en el segundo corte

FV	GL	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Variedades dentro la densidad (0.15 m)	1	43,120**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.20 m)	1	32,560**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0,25 m)	1	4,560 NS	4,96	10,01
Densidades dentro la primera variedad	2	3,950 NS	4,10	7,56
Densidades dentro la segunda variedad	2	26,150**	4,10	7,56
Error	10			
Total	17			

** : Significativo

NS: No significativo

El ANVA nos reporta que existieron diferencias altamente significativas entre las variedades de rúcula dentro la densidad de siembra 0.15 m.

Dentro la densidad de siembra 0.20 m, existieron diferencias altamente significativas de las variedades de rúcula, lo cual indica que el diseño fue bien aplicado ya que se puede controlar las diferencias existentes entre variedades a través de las densidades de siembra.

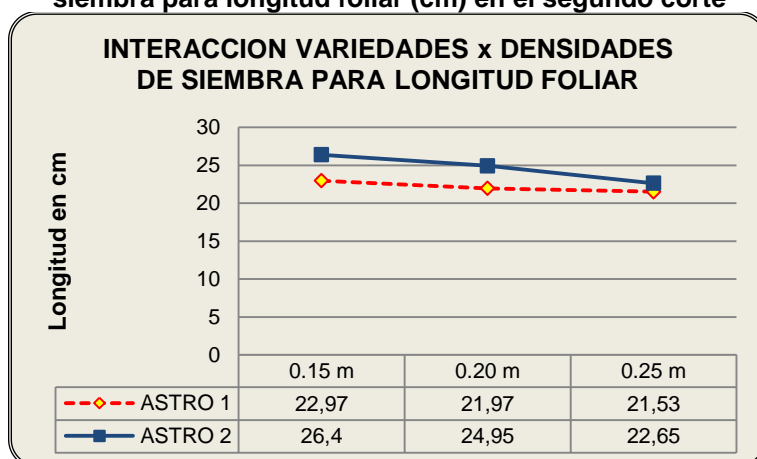
No hubo diferencias entre variedades dentro la densidad de siembra 0.25 m.

Las densidades de siembra dentro la variedad Astro 1 no presentaron diferencias.

Dentro la variedad Astro 2 las densidades de siembra presentaron diferencias altamente significativas.

La figura 21, presenta la interacción variedades de rúcula y densidades de siembra para longitud foliar en el segundo corte.

FIGURA 21. Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para longitud foliar (cm) en el segundo corte



La variedad Astro 2, registro 26,40 cm, siendo superior sobre Astro1 que reporto 22,97 cm para la densidad de siembra 0.15 m.

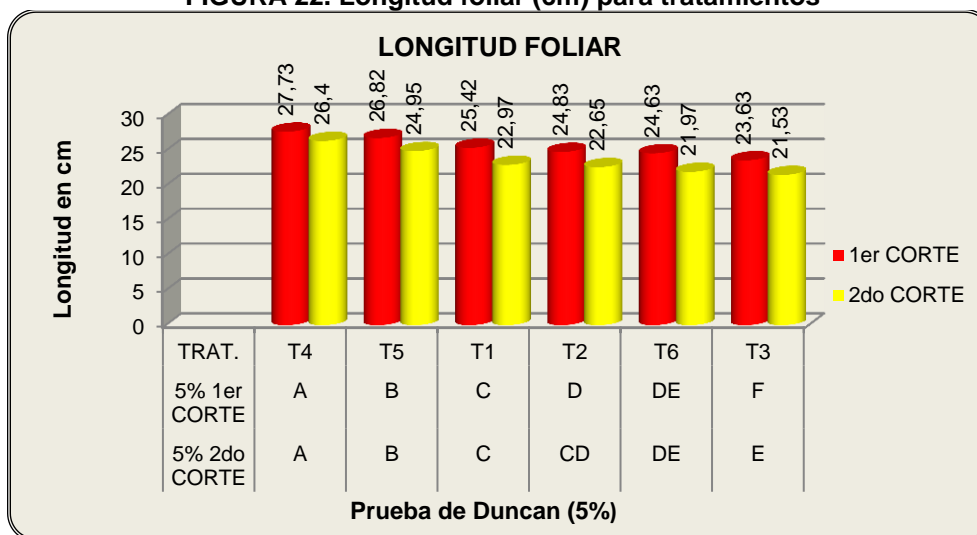
Para la densidad de siembra 0.20 m la variedad Astro 2 reporto mayor longitud foliar respecto de la variedad Astro 1.

Las variedades de rúcula dentro la densidad de siembra 0.25 m no presentaron diferencias estadísticas aunque la variedad Astro 2 presento mejores rendimientos.

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 22, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para longitud foliar (cm) de tratamientos para los dos cortes.

FIGURA 22. Longitud foliar (cm) para tratamientos



Para el primer corte:

- El tratamiento T₄ tuvo una longitud foliar de 27,73 cm, siendo superior sobre los tratamientos T₅ (26,82 cm), T₁ (25,42 cm), T₂ (24,83 cm), T₆ (24,63 cm)

y T₃ (23,63 cm), estos promedios en longitud foliar son aceptables ya que están dentro del parámetro de cosecha (20 – 30 cm) que señala Bedri (2010).

- El tratamiento T₅ (V₂D₂) con un promedio en longitud foliar de 26,82 cm fue superior a los tratamientos T₁ (25,42 cm), T₂ (24,83 cm), T₆ (24,63 cm) y T₃ (23,63 cm).
- El tratamiento T₁ (V₁D₁), obtuvo un promedio en longitud foliar de 25,42 cm, estadísticamente fue superior sobre los tratamientos T₂ (24,83 cm), T₆ (24,63 cm) y T₃ (23,63 cm).
- El tratamiento T₂ (24,83 cm) y tratamiento T₆ (24,63 cm), estadísticamente solo fueron superiores al promedio del tratamiento T₃ con una longitud foliar de 23,63 cm.

Para el segundo corte:

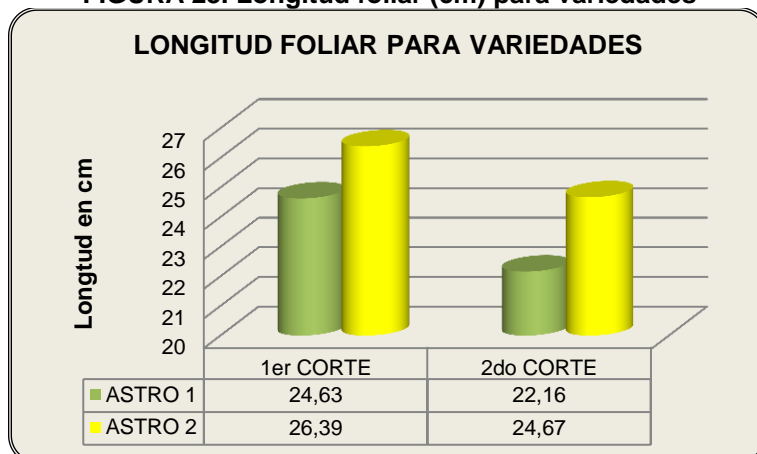
- La longitud foliar del tratamiento T₄ (26,40 cm) fue superior estadísticamente sobre la longitud foliar de los tratamientos T₅ (24,95 cm), T₁ (22,97 cm), T₂ (22,65 cm), T₆ (21,97 cm) y T₃ (21,53 cm).
- El tratamiento T₅ (V₂D₂), fue superior (24,95 cm) sobre los tratamientos T₁ (22,97 cm), T₆ (22,65 cm), T₂ (21,97 cm) y T₃ (21,53 cm).
- El tratamiento T₁ (V₁D₁), que presentó una longitud foliar de 22,97 cm estadísticamente fue superior sobre los tratamientos T₆ (21,97 cm) y T₃ (21,53 cm).
- El tratamiento T₂ (V₁D₂) con un promedio de 22,65 cm fue superior sobre el tratamiento T₃ (21,53 cm).
- No existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos T₆ (21,97 cm) y T₃ (21,53 cm).

Al respecto Rzedowski (2001) señala, que la longitud foliar para consumirla se encuentra entre los 15 a 20 cm.

b) Longitud foliar (cm) para variedades

La figura 23, presenta la longitud foliar (cm) para las variedades de rúcula efectuados en las dos cosechas.

FIGURA 23. Longitud foliar (cm) para variedades



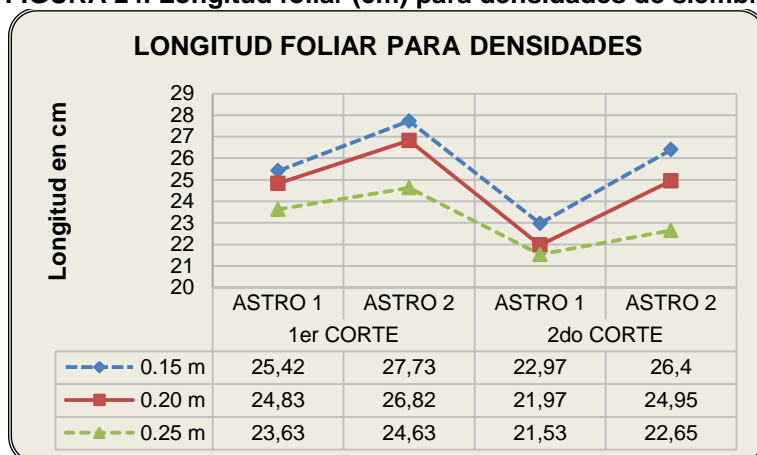
Para el primer corte, la variedad Astro 1 presento un rendimiento para longitud foliar de 24,63 cm; la variedad Astro 2 alcanzo una longitud foliar de 26,39 cm.

En el segundo corte, la variedad Astro 1 reporto un longitud foliar de 22,16 cm y la variedad Astro 2 una longitud de 24,67 cm.

c) Longitud foliar (cm) para densidades

La figura 24, presenta la longitud foliar para las densidades de siembra para los dos cortes.

FIGURA 24. Longitud foliar (cm) para densidades de siembra



En el primer corte, la densidad de siembra 0.15 m reporto una longitud foliar 27,73 cm para Astro 2, siendo mejor a la longitud foliar de la densidad 0.25 m (23,63 cm para la variedad Astro 1).

Para el segundo corte la densidad 0.15 m reporto que la variedad Astro 2 obtuvo una longitud foliar de 26,40 cm y la densidad 0.25 m presento la longitud foliar más baja, donde, Astro 1 alcanzo una longitud foliar de 21,53 cm.

5.2.5 Número de hojas por planta

El ANVA (Cuadro 12), es para el número de hojas por planta en la fase comercial en los dos cortes.

CUADRO 12. Análisis de varianza para el número de hojas por planta

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	0,454 NS	0,296 NS	4,10	7,56
Variedad	1	0,456 NS	4,704 NS	4,96	10,01
Densidad	2	6,944*	39,095**	4,10	7,56
Interacción	2	0,795 NS	0,302 NS	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				
CV		7,6	5,5		

CV: Coeficiente de variación en porcentajes

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: no significativo

Los bloques no presentaron significancia en ambos cortes, la ubicación de los bloques no influyeron en el número de hojas por planta.

Las variedades no presentaron diferencias en el primer y segundo corte.

Existieron diferencias significativas en las densidades de siembra del primer corte y diferencias altamente significativas en el segundo corte. Al ser considerada una especie silvestre, la rúcula a menor densidad llega a formar mayor cantidad de hojas (Figura 28).

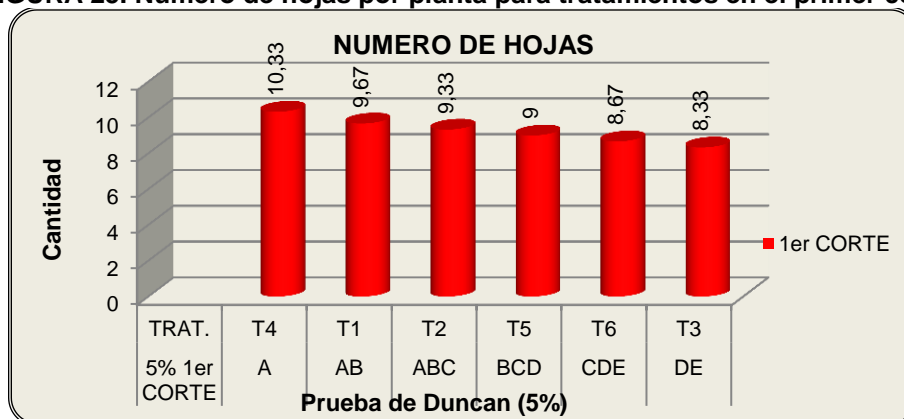
La interacción de los dos factores no presentó significancia en los dos cortes.

Los datos obtenidos demuestran alta confiabilidad (Calzada, 1982), el coeficiente de variación para primer corte fue 7,6% y para el segundo corte fue 5,5%.

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 25, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para el número de hojas por planta de los tratamientos para el primer corte.

FIGURA 25. Número de hojas por planta para tratamientos en el primer corte



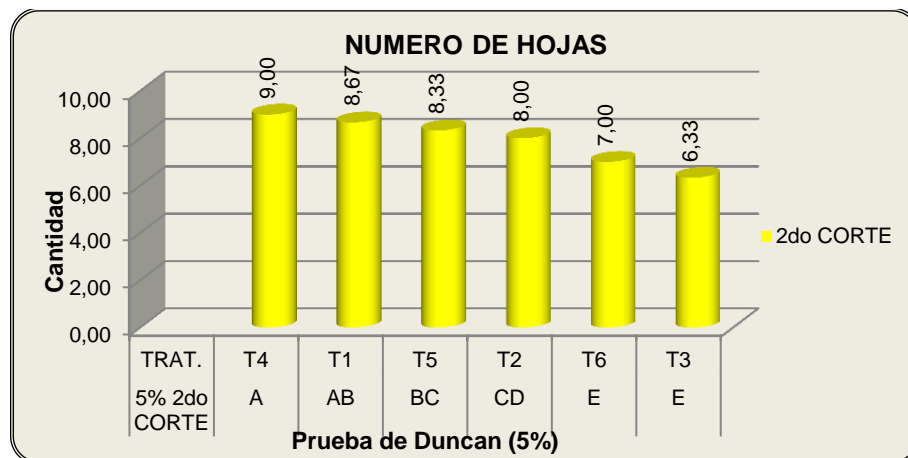
Para el primer corte, el tratamiento T₄ (10,33 hojas), presento diferencias sobre los tratamientos T₅ (9,00 hojas) T₆ (8,67 hojas) y T₃ (8,33 hojas). No existiendo diferencias entre los tratamientos T₄ (10,33 hojas) T₁ (9,67 hojas) y T₂ (9,33 hojas).

El T₁ (9,67 hojas) fue superior sobre los tratamientos T₆ (8,67 hojas) y T₃ (8,33 hojas) y no sobre los tratamientos T₄, T₂ y T₅. El T₂ (9,33 hojas) solo fue superior sobre T₃ (8,33 hojas)

Por último, no existió diferencias significativas entre los tratamientos T₅ (9,00 hojas) T₆ (8,67 hojas) y T₃ (8,33 hojas).

La figura 26, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para el número de hojas por planta de los tratamientos para el segundo corte.

FIGURA 26. Número de hojas por planta para tratamientos en el segundo corte



Para el segundo corte, no existió diferencias en el número de hojas por planta entre los tratamientos T₄ (9,00 hojas) y T₁ (8,67 hojas) pero fueron superiores sobre T₅ (8,33 hojas), T₂ (8,00 hojas), T₆ (7,00 hojas) y T₃ (6,33 hojas).

No se presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos T₅ (8,33 hojas) y T₂ (8,00 hojas) pero son superiores sobre T₆ (7,00 hojas) y T₃ (6,33 hojas).

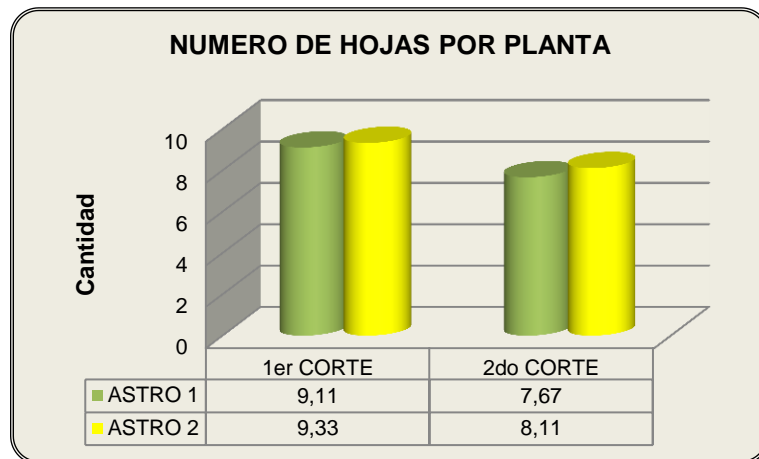
El tratamiento T₆ (7,00 hojas) solo fue superior al tratamiento T₃ (6,33 hojas).

Los rendimientos obtenidos fueron buenos porque el suelo presento la cantidad adecuada de nitrógeno (Cuadro 5), además Cuerda (1996) sostiene, una planta bien nutrida de nitrógeno ejerce sobre los vegetales una fuerte acción estimulante en el crecimiento y cantidad en el follaje, además produce un amplio aparato asimilador y toma un color oscuro debido a la abundancia de clorofila.

b) Número de hojas por planta para variedades

La figura 27, presenta el número de hojas por planta para variedades de rúcula en los dos cortes.

FIGURA 27. Número de hojas por planta para variedades

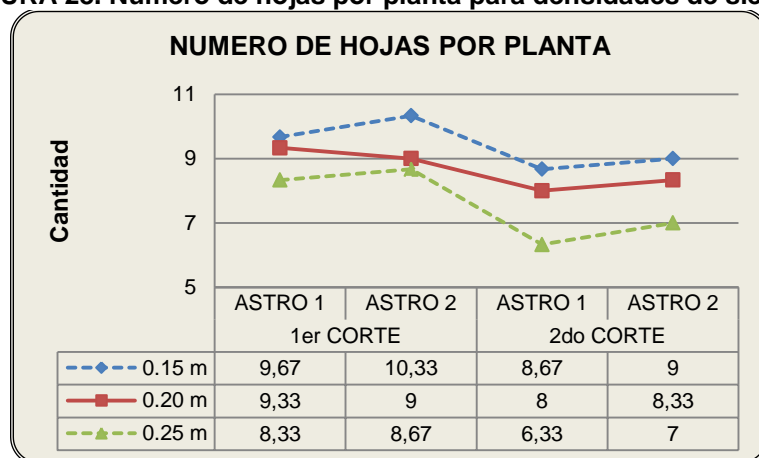


Para ambos cortes, la variedad Astro 2 registró 9,33 hojas y 8,11 hojas por planta, siendo mejor que Astro 1, que registró 9,11 y 7,67 hojas por planta para los dos cortes.

c) Número de hojas por planta para densidades

La figura 28, presenta el número de hojas por planta para las densidades de siembra en rúcula.

FIGURA 28. Número de hojas por planta para densidades de siembra



Para el primer corte y segundo corte la densidad de siembra 0.15 m reporto 10,33 hojas y 9 hojas por planta (variedad Astro 2), siendo superior a la densidad de siembra 0.25 m que reporto 8,33 hojas y 6,33 hojas por planta (variedad Astro 1).

5.2.6 Área foliar (cm²)

El cuadro 13, presenta el análisis de varianza para el área foliar para el primer y segundo corte.

CUADRO 13. Análisis de varianza para el área foliar (cm²)

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	2,058 NS	1,055 NS	4,10	7,56
Variedad	1	50,615**	211,489**	4,96	10,01
Densidad	2	132,676**	66,088**	4,10	7,56
Interacción	2	1,939 NS	0,444 NS	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				
CV		1,3	1,7		

CV: Coeficiente de variación en porcentajes

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

Los bloques no influyeron en el área foliar del cultivo de rúcula.

Las variedades de rúcula para el primer y segundo corte presentaron diferencias altamente significativas. La variedad Astro 2 presento mejor área foliar (Figura 31).

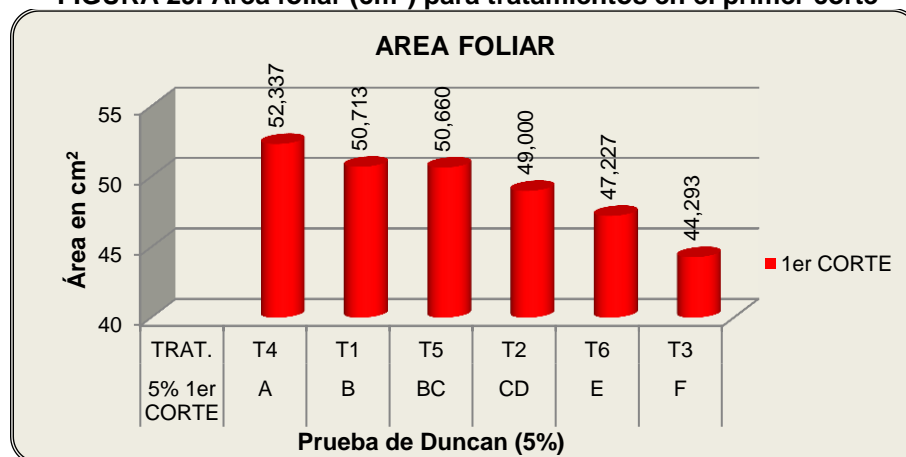
Las densidades de siembra en ambos cortes presentaron diferencias altamente significativas. El área foliar de Astro 2 con la densidad de siembra 0.15 m fue estadísticamente superior al área foliar de Astro 1 (Figura 32).

Los coeficientes de variación (1,3% y 1,7%), que se obtuvieron son altamente confiables (Ochoa, 2009).

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 29, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para el área foliar (cm²) de los tratamientos para el primer corte.

FIGURA 29. Área foliar (cm²) para tratamientos en el primer corte



Tamaro (1981) sostiene, la hoja es el órgano más rico en nitrógeno; de ahí la notable influencia de los abonos nitrogenados en la expansión de las hojas y la producción foliácea en general.

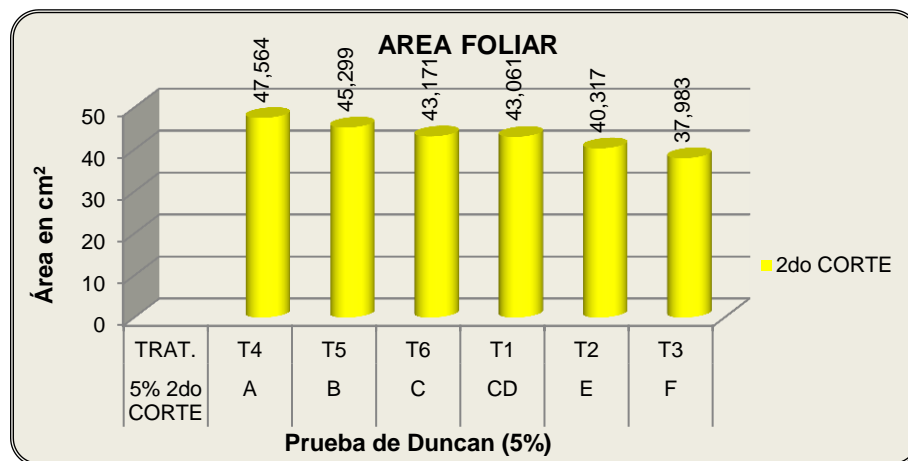
En el primer corte, el área foliar para el tratamiento T_4 (V_2D_1) fue de $52,337 \text{ cm}^2$, estadísticamente fue superior a los tratamientos T_5 ($50,713 \text{ cm}^2$), T_1 ($50,660 \text{ cm}^2$), T_2 ($49,000 \text{ cm}^2$), T_6 ($47,227 \text{ cm}^2$) y T_3 ($44,293 \text{ cm}^2$).

Los tratamientos T_1 (V_1D_1) y T_5 (V_2D_2) con área foliares de $50,713 \text{ cm}^2$ y $50,660 \text{ cm}^2$ respectivamente, mostraron ser superiores a los tratamientos T_2 ($49,000 \text{ cm}^2$), T_6 ($47,227 \text{ cm}^2$) y T_3 ($44,293 \text{ cm}^2$) pero no así entre ellos.

El tratamiento T_6 (V_2D_3) que reporto un área foliar de $47,227 \text{ cm}^2$, estadísticamente solo fue superior al tratamiento T_3 ($44,293 \text{ cm}^2$).

La figura 30, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para el área foliar (cm^2) de los tratamientos para el segundo corte.

FIGURA 30. Área foliar (cm^2) para tratamientos en el segundo corte



El tratamiento T_4 (V_2D_1) obtuvo un área foliar de $47,564 \text{ cm}^2$ siendo superior estadísticamente sobre los tratamientos T_5 , T_6 , T_1 , T_2 y T_3 con promedios $45,299 \text{ cm}^2$, $43,171 \text{ cm}^2$, $43,061 \text{ cm}^2$, $40,317 \text{ cm}^2$ y $37,983 \text{ cm}^2$.

El área foliar $45,299 \text{ cm}^2$ del tratamiento T_5 (V_2D_2) fue superior sobre los tratamientos T_6 ($43,171 \text{ cm}^2$), T_1 ($43,061 \text{ cm}^2$), T_2 ($40,317 \text{ cm}^2$), y T_3 ($37,983 \text{ cm}^2$).

El tratamiento T_6 (V_2D_3) con un área foliar de $43,171 \text{ cm}^2$ y el tratamiento T_1 (V_1D_1) que reporto un área foliar de $43,061 \text{ cm}^2$ no presentaron diferencias estadísticas entre ellos, pero fueron superiores sobre los tratamientos T_2 ($40,317 \text{ cm}^2$) y T_3 ($37,983 \text{ cm}^2$).

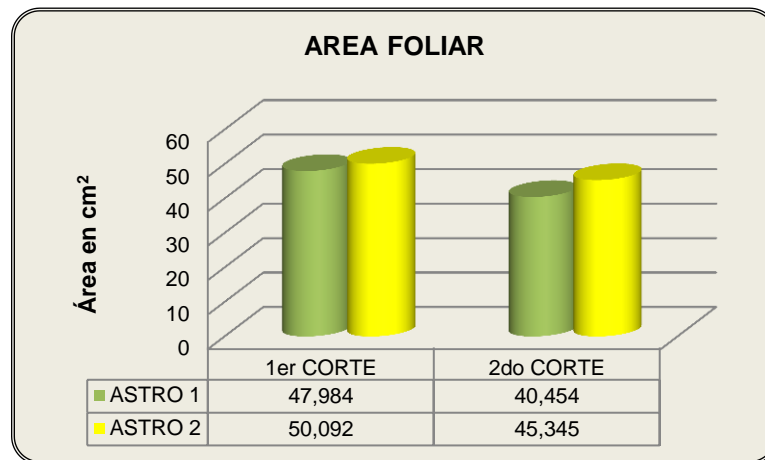
El área foliar $40,317 \text{ cm}^2$ que pertenece al tratamiento T_2 (V_1D_2), solo fue superior al tratamiento T_3 ($37,983 \text{ cm}^2$).

b) Área foliar (cm²) para variedades

El área foliar (Figura 31), para la variedad Astro 1 en el primer corte fue 47,984 cm², para la variedad Astro 2 el área foliar fue 50,092 cm².

En el segundo corte, el área foliar para la variedad Astro 1 fue 40,454 cm² y para la variedad Astro 2 el área foliar fue 45,345 cm²

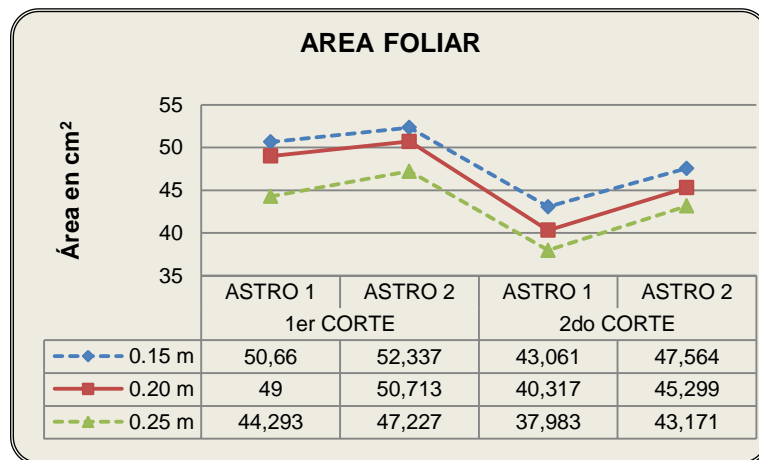
FIGURA 31. Área foliar (cm²) para variedades



c) Área foliar (cm²) para densidades de siembra

La figura 32, presenta el área foliar (cm²) para las densidades de siembra en los dos cortes.

FIGURA 32. Área foliar (cm²) para densidades de siembra



Tal como se observa en el primer corte, en la densidad 0.15 m la variedad Astro 1 reporto un área foliar de 50,660 cm² y para la variedad Astro 2 fue 52,337 cm²; para la densidad de siembra 0.20 m el área foliar en la variedad Astro 1 fue 49 cm² y en la variedad Astro 2 fue 50,713 cm²; para la densidad de siembra 0.25 m el

área foliar para las variedad Astro 1 y 2 fueron 44,293 cm² y 47,227 cm² respectivamente.

En el segundo corte, la densidad de siembra 0.15 m reporto que la variedad Astro 1 registro un área de 43,061 cm² y para la variedad Astro 2 el área foliar fue 47,564 cm²; en la densidad de siembra 0.20 m el área foliar para la variedad Astro 1 fue 40,317 cm² y el área foliar para la variedad Astro 2 fue 45,299 cm²; para la densidad de siembra 0.25 m el área foliar para astro 1 fue 37, 983 cm² y 43,171 cm² para Astro 2.

5.2.7 Rendimiento en kg/UE

El cuadro 14, presenta el ANVA para el rendimiento en kg/UE para los dos cortes.

CUADRO 14. Análisis de varianza para el rendimiento en kg/UE¹

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	1,500 NS	47,200**	4,10	7,56
Variedad	1	251,000**	113,000**	4,96	10,01
Densidad	2	8682,000**	1350,200**	4,10	7,56
Interacción	2	33,000**	28,000**	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				
CV		1,9	4,8		

CV: Coeficiente de Variación en porcentajes

*: Significativo

**-. Altamente significativo

NS: No significativo

(1): Unidad Experimental

En el primer corte, no existieron diferencias entre bloques. La diferencia fue altamente significativa para segundo corte, la ubicación de los bloques experimentales tuvieron una influencia en el rendimiento de rúcula.

El Factor A (variedades de rúcula), presentó diferencias altamente significativas, como se advierte la variedad Astro 2 (Figura 36), presento mejores rendimientos que la variedad Astro 1.

Las densidades de siembra (Factor B), presentaron diferencias altamente significativas. La densidad D₁ (0,15 m) tuvo mejores rendimientos sobre las densidades D₂ (0,20 m) y D₃ (0,25 m) para ambos cortes (Figura 37).

La interacción variedades de rúcula con densidades de siembra, presentó diferencias altamente significativas; la interacción de estos dos factores tuvo una influencia en el rendimiento de rúcula en los dos cortes.

Los datos experimentales son confiables (Calzada, 1982), el coeficiente de variación del primer corte y segundo fue 1,9% y 4,8% respectivamente.

CUADRO 15. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/UE en el segundo

FV	GL	Fc PRIMER	Fc SEGUNDO	Ft 0,05	Ft 0,001
		CORTE	CORTE		
Variedades dentro la densidad (0.15 m)	1	220,000**	130,000**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.20 m)	1	90,000**	32,500**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.25 m)	1	10,000**	183,850**	4,96	10,01
Densidades dentro la primera variedad	2	3820,000**	475,385**	4,10	7,56
Densidades dentro la segunda variedad	2	4880,000**	850,192**	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				

** : Altamente significativo

Las variedades de rúcula dentro la densidad 0.15 m presentaron diferencias significativas, las variedades de rúcula se adaptan a esta densidad de siembra.

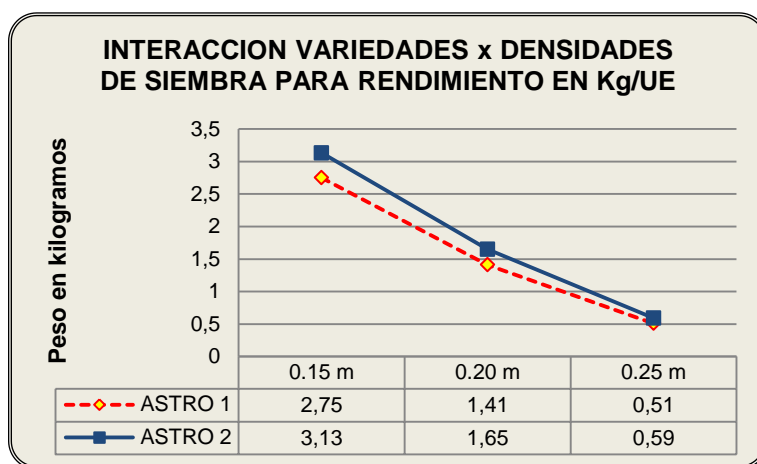
Con la densidad de siembra 0.20 m, existieron diferencias altamente significativas de las variedades.

En la densidad de siembra 0.25 m existieron diferencias altamente significativas.

Las densidades dentro de las dos variedades presentan diferencias significativas; esto indica que el diseño fue bien aplicado ya que controla la variabilidad existente debido a las diferencias.

La figura 33, muestra la interacción existente entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/UE en el primer corte.

FIGURA 33. Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/UE en el primer corte



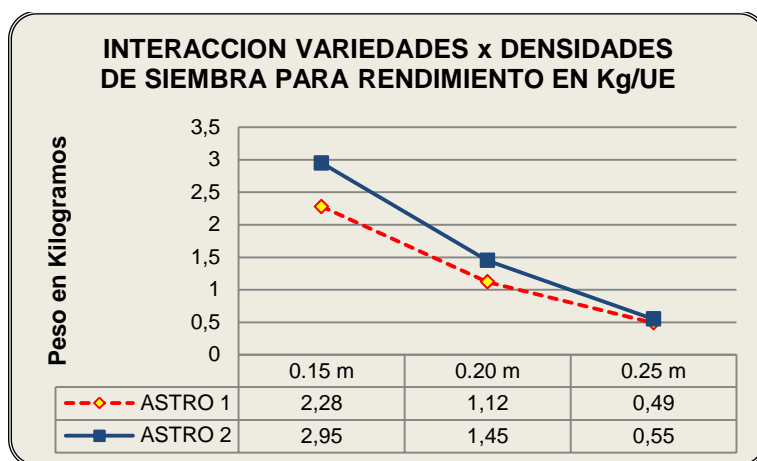
En el primer corte, la figura presenta que en la densidad 0.15 m existen diferencias entre el rendimiento de la variedad Astro 1 con Astro 2. El cuadro de efecto simple muestra que las diferencias son altamente significativas.

En la densidad 0.20 m las variedades presentaron diferencias, el cuadro de efecto simple presenta diferencias altamente significativas de Astro 2 sobre Astro1.

El rendimiento de la variedad Astro 2 es similar al de Astro 1, pero como el cuadro de efecto simple indica que entre estas dos variedades existen diferencias altamente significativas.

La figura 34, presenta la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/UE en el segundo corte.

FIGURA 34. Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/UE en el segundo corte

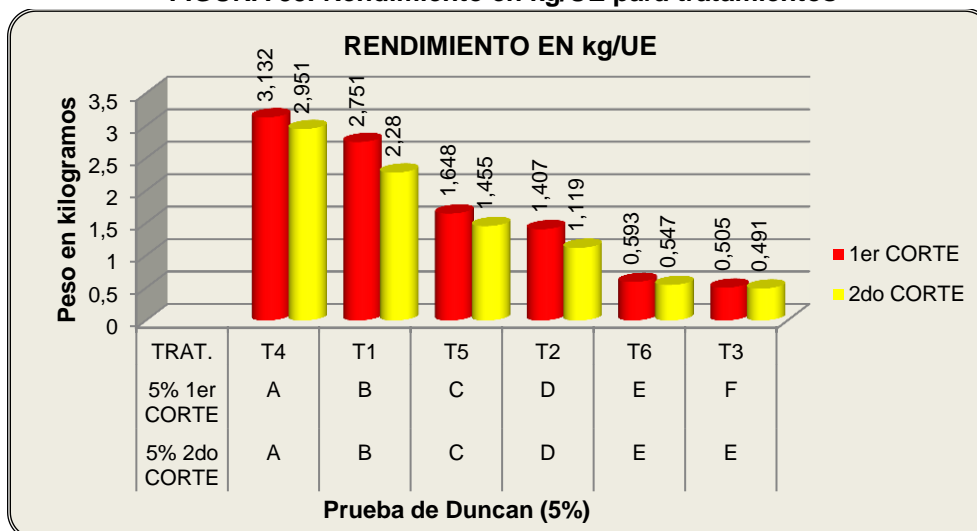


Tal como presenta el cuadro 15, existen diferencias altamente significativas en rendimiento de la variedad Astro 2 sobre Astro 1 para las densidades 0.15 m y 0.20 m; tal como se observa para la densidad 0.25 m los rendimientos son similares pero estas son altamente significativas.

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 35, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para el rendimiento en kg/UE de tratamientos para los dos cortes.

FIGURA 35. Rendimiento en kg/UE para tratamientos



Para el primer corte se reportan:

- El rendimiento del tratamiento T_4 (3,132 kg/UE), estadísticamente fue superior al rendimiento de los tratamientos T_1 , T_5 , T_2 , T_6 y T_3 , con rendimientos de 2,751 kg/UE, 1,648 kg/UE, 1,407 kg/UE, 0,593 kg/UE y 0,505 kg/UE respectivamente.
- El rendimiento 2,751 kg/UE del tratamiento T_1 fue superior sobre los rendimientos de los T_5 (1,648 kg/UE), T_2 (1,407 kg/UE), T_6 (0,593 kg/UE) y T_3 (0,505 kg/UE).
- El tratamiento T_5 (1,648 kg/UE), estadísticamente fue superior sobre los rendimientos de los tratamientos T_2 (1,407 kg/UE), T_6 (0,593 kg/UE) y T_3 (0,505 kg/UE).
- Los 1,407 kg/UE del T_2 fue superior sobre los rendimientos de los tratamientos T_6 (0,593 kg/UE) y T_3 (0,505 kg/UE).
- El tratamiento T_6 (0,593 kg/UE) solo fue superior sobre T_3 (0,505 kg/UE).

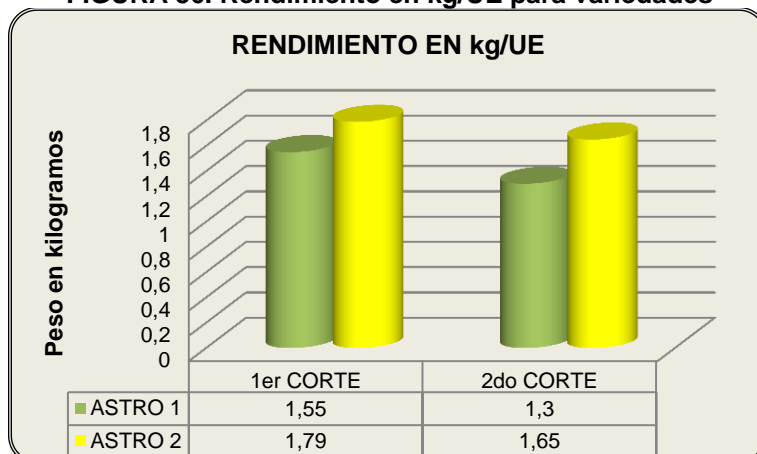
En el segundo corte se obtuvieron:

- El T_4 con un rendimiento de 2,951 kg/UE, fue superior sobre el rendimiento de los tratamientos T_1 (2,280 kg/UE), T_5 (1,455 kg/UE), T_2 (1,119 kg/UE), T_6 (0,547 kg/UE) y T_3 (0,491 kg/ UE) respectivamente.
- Existió diferencias significativas del tratamiento T_1 (2,280 kg/UE) respecto de los tratamientos T_5 (1,455 kg/UE), T_2 (1,119 kg/UE), T_6 (0,547 kg/UE) y T_3 (0,491 kg/ UE) respectivamente.
- El rendimiento del T_5 (1,455 kg/UE) fue superior al rendimiento de los tratamiento T_2 (1,119 kg/UE), T_6 (0,5547 kg/UE) y T_3 (0,491 kg/UE).
- El rendimiento del T_2 (1,119 kg/UE) estadísticamente fue superior respecto de los tratamientos T_6 (0,5547 kg/UE) y T_3 (0,491 kg/UE), estos a su vez no presentaron diferencias entre ellos.

b) Rendimiento en kg/UE para variedades

La figura 36, presenta el rendimiento en kg/UE para las variedades de rúcula en los dos cortes.

FIGURA 36. Rendimiento en kg/UE para variedades

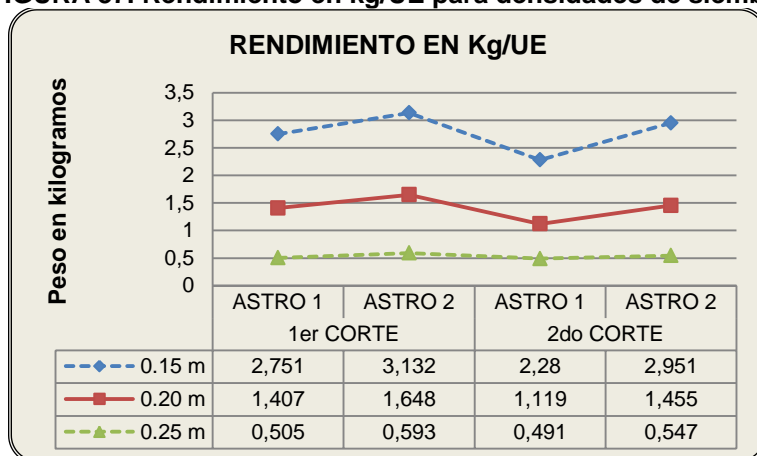


En el primer corte la variedad Astro 1 presento un rendimiento de 1,55 kg/UE, para la variedad Astro 2 el rendimiento fue de 1,79 kg/UE.

En el segundo corte el rendimiento que reporto la variedad Astro 1 fue 1,3 kg/UE y para la variedad Astro 2 fue de 1,65 kg/UE.

c) Rendimiento en kg/UE para densidades de siembra

FIGURA 37. Rendimiento en kg/UE para densidades de siembra



Tal como muestra la figura 37, la densidad de siembra 0.15 m presento mejores rendimientos, para el primer corte, Astro 2 presento un rendimiento de 3,132 kg/UE; el rendimiento más bajo en este corte fue para la densidad de siembra 0.25 m, donde la variedad Astro 1 presento un rendimiento de 0.505 kg/UE.

Para el segundo corte, en la densidad 0.15 m el rendimiento de la variedad Astro 2 fue 2,951 Kg/UE; la densidad 0.25 m, muestra a la variedad Astro 1 con un rendimiento de 0,419 kg/UE siendo el rendimiento más bajo.

5.2.8 Rendimiento en kg/m²

El cuadro 16, presenta el análisis de varianza del rendimiento de rúcula en kg/m² para las dos cosechas

CUADRO 16. Análisis de varianza para el rendimiento en kg/m²

FV	GL	Fc PRIMERO CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	0,217 NS	5,000*	4,10	7,56
Variedad	1	195,217**	117,778**	4,96	10,01
Densidad	2	7140,000**	1406,667**	4,10	7,56
Interacción	2	17,608**	29,444**	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				
CV		2,1	4,7		

CV: Coeficiente de variación en porcentajes

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

En primer corte, los bloques no tuvieron influencia en el rendimiento de las variedades de rúcula, no presentaron diferencias. El segundo corte presento diferencias significativas, puede ser que ubicación de los bloques tuvo una influencia en el rendimiento de rúcula por el factor temperatura.

El Factor A (variedades de rúcula) en ambos cortes, presentaron diferencias altamente significativas; como se obtuvo en el rendimiento en kg/UE, la variedad Astro 2 reporto mejores rendimientos (Figura 41).

La densidad de siembra (Factor B), presento diferencias altamente significativas en ambos cortes. Las densidades de D₁ (0,15 m) reporto los mejores rendimientos en ambas variedades, la densidad de siembra D₃ (0,25 m) obtuvo los rendimientos más bajos (Figura 42).

La interacción entre variedades de rúcula con densidades de siembra, presento diferencias altamente significativas en ambos cortes. Esta interacción marcaron influencia en el rendimiento de rúcula, las densidades de siembra D₁ (0.15 m) y D₂ (0.20 m) en ambas variedades lograron buenos rendimientos, por lo que se realizó el análisis de varianza de efecto simple.

Los datos experimentales obtenidos son altamente confiables (Ochoa, 2009), el coeficiente de variación del primer corte fue 2,1%, el segundo corte reporto un coeficiente de variación de 4,7%.

CUADRO 17. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/m² en los dos cortes

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Variedades dentro la densidad (0.15 m)	1	143,478**	141,111**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.20 m)	1	73,913**	35,556**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.25 m)	1	13,043**	1,111 NS	4,96	10,01
Densidades dentro la primera variedad	2	3239,130**	514,444**	4,10	7,56
Densidades dentro la segunda variedad	2	3917,391**	920,000**	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				

** : Altamente significativo
NS: No significativo

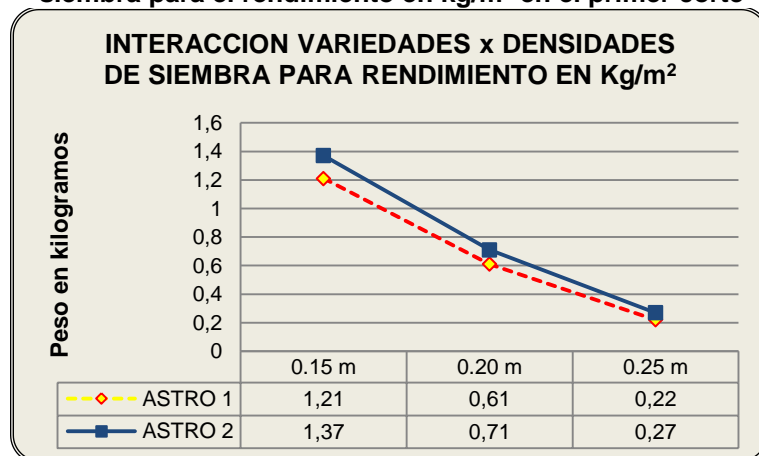
Las variedades dentro de la densidad de siembra 0.15 m y 0.20 m presentaron diferencias altamente significativas para ambos cortes lo que indica que el diseño fue bien aplicado.

Las variedades dentro la densidad 0.25 m mostraron diferencias altamente significativas en el primer corte y no significativas en el segundo corte.

Las densidades dentro las variedades para ambos cortes presentaron diferencias altamente significativas, lo que nos indica que el diseño fue bien aplicado ya que se puede controlar la variabilidad de las densidades de siembra dentro las variedades.

Las figuras 38, presenta la interacción de variedades y densidades de siembra para el rendimiento en kg/m² para el primer corte.

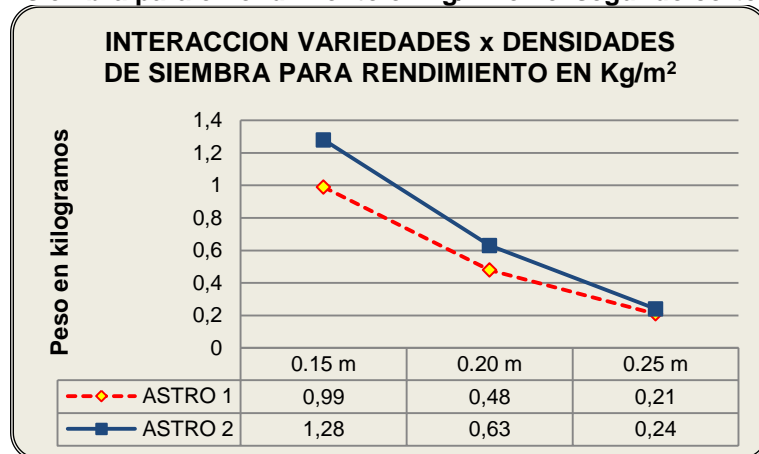
FIGURA 38. Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/m² en el primer corte



El cuadro de efecto simple indica que la variedad de rúcula Astro 2 presento mejores rendimientos que Astro 1 con las densidades establecidas y el análisis de varianza corrobora estos datos ya que muestras diferencias altamente significativas.

Las figuras 39, presenta la interacción de variedades y densidades de siembra para el rendimiento en kg/m² para el primer corte.

FIGURA 39. Efecto simple para la interacción de variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en kg/m² en el segundo corte



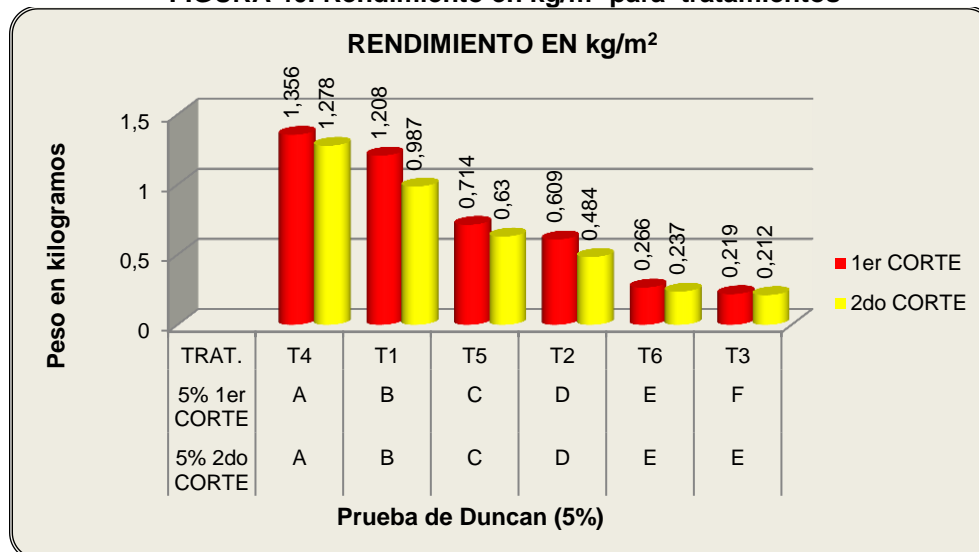
Se observa que la variedad Astro 2, en las densidades 0.15 m y 0.20 m tiene mejores rendimientos respecto de la variedad Astro 1. El ANVA de efecto simple señala que sus diferencias son altamente significativas.

Si bien el rendimiento en kg/m² de Astro 2 es mayor, el ANVA de efecto simple señala que esa diferencia no es significativa.

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 40, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para el rendimiento en kg/m² de tratamientos para los dos cortes.

FIGURA 40. Rendimiento en kg/m² para tratamientos



La prueba de medias para el primer corte muestra que:

- Existió diferencias significativas en los rendimientos de los tratamientos T₄ (1,356 Kg/m²) sobre los tratamientos T₁ (1,208 kg/m²), T₅ (0,714 kg/m²), T₂ (0,609 kg/m²), T₆ (0,266 kg/m²) y T₃ (0,219 kg/m²).

- Por su parte el T_1 ($1,208 \text{ kg/m}^2$), estadísticamente fue superior a los tratamientos T_5 ($0,714 \text{ kg/m}^2$), T_2 ($0,609 \text{ kg/m}^2$), T_6 ($2,66 \text{ kg/m}^2$) y T_3 ($0,219 \text{ kg/m}^2$).
- El rendimiento del tratamiento T_5 ($0,714 \text{ kg/m}^2$) fue superior sobre T_2 ($0,609 \text{ kg/m}^2$), T_6 ($2,66 \text{ kg/m}^2$) y T_3 ($0,219 \text{ kg/m}^2$).
- El tratamiento T_2 ($0,609 \text{ kg/m}^2$) presentó diferencias significativas sobre los tratamientos T_6 ($2,66 \text{ kg/m}^2$) y T_3 ($0,219 \text{ kg/m}^2$). El tratamiento T_6 ($2,66 \text{ kg/m}^2$) solo fue superior al tratamiento T_3 ($0,219 \text{ kg/m}^2$).

Para el segundo corte:

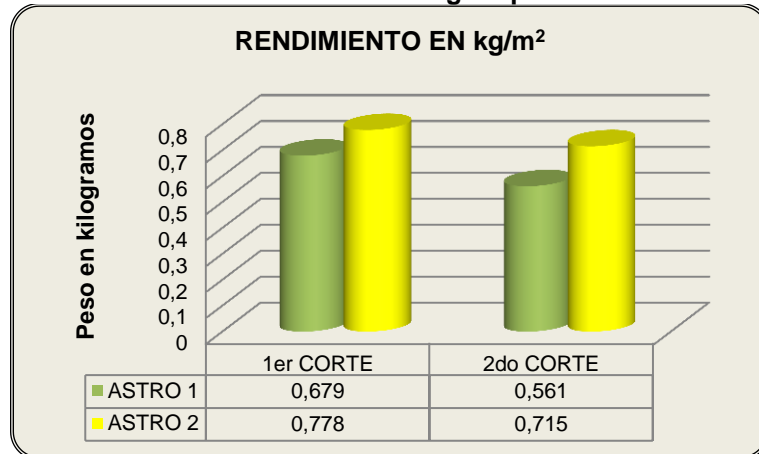
- Estadísticamente, el T_4 ($1,278 \text{ kg/m}^2$) fue superior sobre los tratamientos T_1 ($0,987 \text{ kg/m}^2$), T_5 ($0,630 \text{ kg/m}^2$), T_2 ($0,484 \text{ kg/m}^2$), T_6 ($0,237 \text{ kg/m}^2$) y T_3 ($0,212 \text{ kg/m}^2$).
- El rendimiento $0,987 \text{ kg/m}^2$ del tratamiento T_1 tuvo diferencias significativas sobre los rendimientos de los tratamientos T_5 ($0,630 \text{ kg/m}^2$), T_2 ($0,484 \text{ kg/m}^2$), T_6 ($0,237 \text{ kg/m}^2$) y T_3 ($0,212 \text{ kg/m}^2$).
- El tratamiento T_5 ($0,630 \text{ kg/m}^2$) fue superior sobre los tratamientos T_2 ($0,484 \text{ kg/m}^2$), T_6 ($0,237 \text{ kg/m}^2$) y T_3 ($0,212 \text{ kg/m}^2$).
- El rendimiento del tratamiento T_2 ($0,484 \text{ kg/m}^2$) tiene diferencias estadísticas sobre los tratamientos T_6 ($0,237 \text{ kg/m}^2$) y T_3 ($0,212 \text{ kg/m}^2$).
- No existieron diferencias entre el T_6 ($0,2136 \text{ kg/m}^2$) y T_3 ($0,212 \text{ kg/m}^2$).

Por su parte Herrera (2009), en un trabajo de investigación con diferentes sustratos obtuvo un mayor rendimiento en el cultivo de rúcula de $0,989 \text{ kg/m}^2$. Así mismo Gemelli (2006) afirma, las productoras de hortalizas ecológicas en la Cuenca de río Piráí, reportaron una producción de $1,72 \text{ Kg/m}^2$. También Bermejillo (2010), reportó un rendimiento de $1,21 \text{ kg/m}^2$ en un trabajo de investigación realizado en con sistema hidropónico.

b) Rendimiento en kg/m^2 para variedades

La figura 41, presenta el rendimiento en Kg/m^2 para las variedades de rúcula en los dos cortes.

FIGURA 41. Rendimiento en kg/m² para variedades



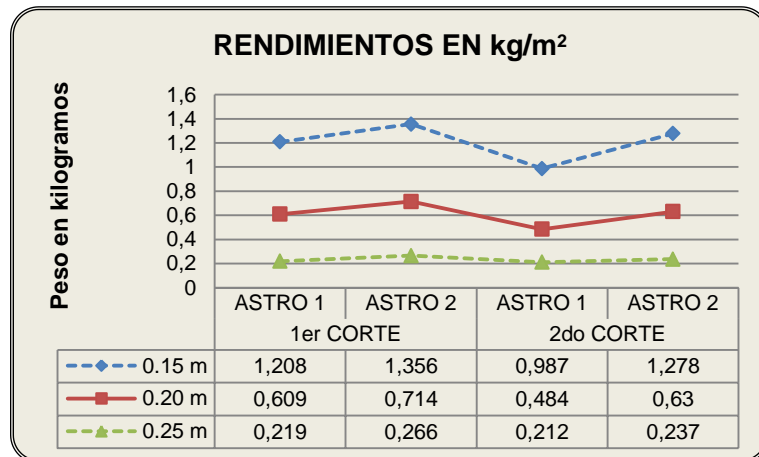
Como muestra la figura 41, en el primer corte la variedad Astro 1 reporto un rendimiento de 0,679 kg/m² y la variedad Astro 2 reporto un rendimiento de 0,778 kg/m².

Para el segundo corte, la variedad Astro 1 tuvo un rendimiento de 0,561 kg/m² y para Astro 2 el rendimiento fue 0,715 kg/m².

c) Rendimiento en kg/m² para densidades de siembra

La figura 42, presenta el rendimiento en kg/m² para las densidades de siembra en los dos cortes.

FIGURA 42. Rendimiento en kg/m² para densidades de siembra



Para el primer corte el mayor rendimiento se presentó en la densidad de siembra 0.15 m, la variedad Astro 2 reporto un rendimiento de 1,356 kg/m² y el rendimiento más bajo se presentó en la densidad 0.25 m y la obtuvo la variedad Astro 1 reportando 0,219 kg/m².

En el segundo corte el mayor rendimiento se presentó en la densidad 0.15 m, la variedad Astro 2 logro un rendimiento de 1,278 kg/m² y el rendimiento más bajo se presentó con la densidad 0.25 m para la variedad Astro 1 que reporto 0,212 kg/m²

5.2.9 Rendimiento en ton/ha

El cuadro 18, presenta el análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha para los dos cortes.

CUADRO 18. Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Bloque	2	0,182 NS	4,546*	4,10	7,56
Variedad	1	163,869**	109,227**	4,96	10,01
Densidad	2	5993,358**	1304,948**	4,10	7,56
Interacción	2	14,051**	27,36**	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				
CV		2,3	4,9		

CV: Coeficiente de Variación en porcentajes

*: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

No existieron diferencias significativas entre bloques para el primer corte. El segundo corte presento una influencia significativa.

Las variedades de rúcula (Factor A) presentaron diferencias altamente significativas, en la figura 46, se observa que la variedad Astro 2 para los dos cortes obtuvo los rendimientos más altos.

Para los dos cortes el Factor B, presento diferencias altamente significativas, existió una influencia en la densidad de siembra en el rendimiento en ton/ha. Las densidades D₁ (0.15 m) y D₂ (0.20 m) de ambas variedades presentaron mejores rendimientos (Figura 47).

Existió una influencia altamente significativa en la interacción de las variedades con las densidades, las figuras 43 y 44 muestran que ambas variedades con densidades de D₁ (0.15 m) y D₂ (0.20 m) fueron más eficientes que la densidad D₃ (0.25 m).

El coeficiente de variación para el primer corte fue 2,3%; en el segundo corte el coeficiente de variación fue 4,9%. En ambos casos el experimento fue bien manejado (Ochoa, 2009).

El cuadro 19, presenta el ANVA de efecto simple para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en ton/ha.

CUADRO 19. Análisis de varianza para la interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en ton /ha en los dos cortes

FV	GL	Fc PRIMER CORTE	Fc SEGUNDO CORTE	Ft 0,05	Ft 0,001
Variedades dentro la densidad (0.15 m)	1	119,927**	130,350**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.20 m)	1	58,504**	1009,399**	4,96	10,01
Variedades dentro la densidad (0.25 m)	1	12,080**	0,938 NS	4,96	10,01
Densidades dentro la primera variedad	2	2718,869**	478,144**	4,10	7,56
Densidades dentro la segunda variedad	2	3288,540**	854,165**	4,10	7,56
Error	10				
Total	17				

*: Significativo
NS: No significativo

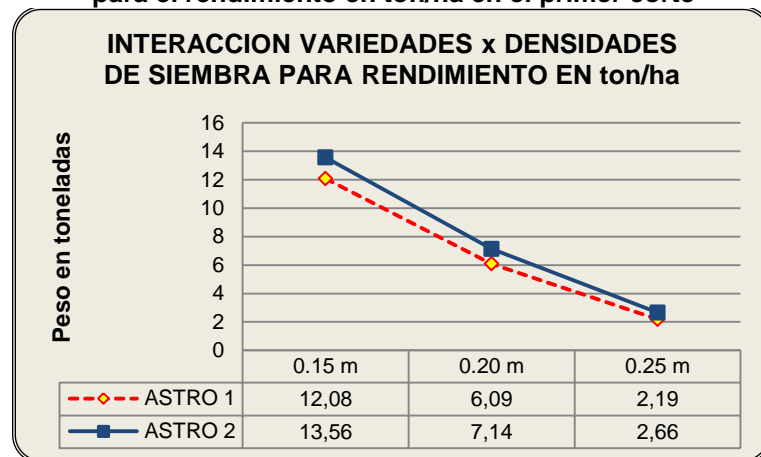
Existieron diferencias altamente significativas entre los rendimientos dentro las densidades de siembra 0.15 m y 0.20 m, el diseño fue bien ejecutado ya que se puede controlar la variabilidad de las variedades dentro las densidades de siembra.

Las variedades dentro la densidad de siembra 0.25 m presento diferencias altamente significativas pero no existieron diferencias para el segundo corte.

Las variedades de rúcula presentaron diferencias altamente significativas dentro las densidades de siembra.

La figura 43, presenta el efecto simple para interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en ton/ha para el primer corte

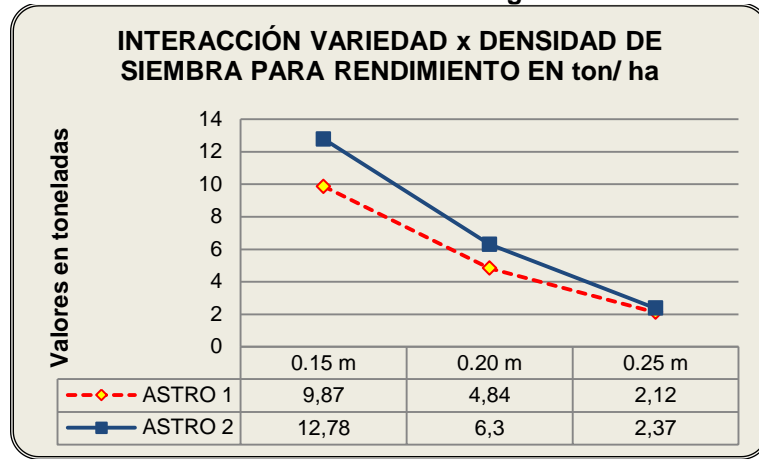
FIGURA 43. Efecto simple para interacción variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en ton/ha en el primer corte



La variedad Astro 2 en las densidades de siembra 0.15 m, 0.20 m y 0.25 m presenta mejores rendimientos en relación a la variedad Astro 1. El análisis de varianza de efecto simple señala que las diferencias son altamente significativas, el mayor rendimiento se registró en la densidad 0.15 m, donde Astro 2 reporto un rendimiento de 13,56 ton/ha.

La figura 44, presenta el efecto simple para interacción entre variedades de rúcula y densidades de siembra para el rendimiento en ton/ha para el segundo corte

FIGURA 44. Efecto simple para la interacción variedades y densidades de siembra para el rendimiento en ton/ha en el segundo corte



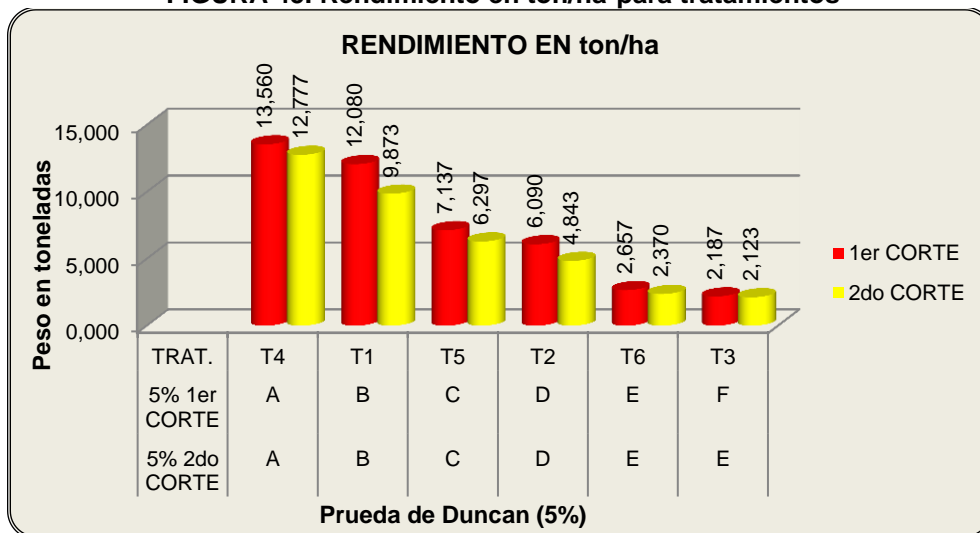
Los rendimientos en ton/ha en las densidades 0.15 m y 0.20 m son mejores en la variedad Astro 2 en relación a la variedad Astro 1. El ANVA de efecto simple nos dice que estas diferencias son altamente significativas.

En la densidad 0.25 m el rendimiento de Astro 2 es mayor pero el ANVA de efecto simple dice que las diferencias no son significativas en relación a Astro 1.

a) Pruebas de medias para tratamientos con la prueba de Duncan (5%)

La figura 45, presenta la comparación de promedios por la prueba de Duncan al 5% para el rendimiento en ton/ha de tratamientos para los dos cortes.

FIGURA 45. Rendimiento en ton/ha para tratamientos



En el primer corte se obtuvo los siguientes resultados:

- El rendimiento del tratamiento T₄ (13,560 ton/ha) tuvo diferencias significativas sobre los rendimientos de los tratamientos T₁ (12,080 ton/ha), T₅ (7,137 ton/ha), T₂ (6,090 ton/ha), T₆ (2,657 ton/ha) y T₃ (2,187 ton/ha).
- El rendimiento del tratamiento T₁ (12,080 ton/ha) estadísticamente fue superior sobre los rendimientos de los tratamientos T₅ (7,137 ton/ha), T₂ (6,090 ton/ha), T₆ (2,657 ton/ha) y T₃ (2,187 ton/ha).
- El tratamiento T₅ (7,137 ton/ha) presentó diferencias significativas sobre los rendimientos de los tratamientos T₂ (6,090 ton/ha), T₆ (2,657 ton/ha) y T₃ (2,187 ton/ha).
- El rendimiento 6,090 ton/ha del tratamiento T₂ tuvo diferencias estadísticas sobre los tratamientos T₆ (2,657 ton/ha) y T₃ (2,187 ton/ha).
- El tratamiento T₆ solo fue superior sobre T₃.

En el segundo corte se presentó los siguientes resultados:

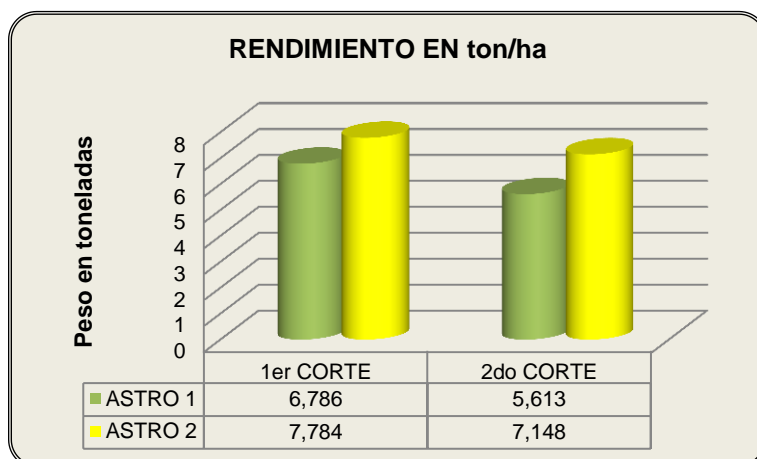
- El tratamiento T₄ fue superior sobre los tratamientos T₁ (9,873 ton/ha), T₅ (9,873 ton/ha), T₂ (4,843 ton/ha), T₆ (2,370 ton/ha) y T₃ (2,123 ton/ha).
- Estadísticamente el rendimiento del tratamiento T₁ (9,873 ton/ha) fue superior sobre los rendimientos de los tratamientos T₅ (6,297 ton/ha), T₂ (4,843 ton/ha) T₆ (2,370 ton/ha) y T₃ (2,123 ton/ha).
- El rendimiento del tratamiento T₅ (6,297 ton/ha), estadísticamente fue superior sobre los tratamientos T₂ (4,843 ton/ha), T₆ (2,370 ton/ha) y T₃ (2,123 ton/ha).
- Estadísticamente el rendimiento 4,843 ton/ha (T₂) fue superior sobre los tratamientos T₆ (2,370 ton/ha) y T₃ (2,123 ton/ha).
- No existieron diferencias entre el rendimientos del tratamiento T₆ (2,370 ton/ha) y T₃ (2,123 ton/ha).

Por su parte Bermejillo (2010) que realizó una investigación en cultivo de rúcula mediante sistema hidropónico, reporta un rendimiento de 12,05 ton/ha. Así mismo Herrera (2009) reporta un rendimiento de 9,89 ton/ha.

b) Rendimiento en ton/ha para variedades

La figura 46, presenta el rendimiento en ton/ha para las variedades de rúcula para los dos cortes.

FIGURA 46. Rendimientos en ton/ha para variedades



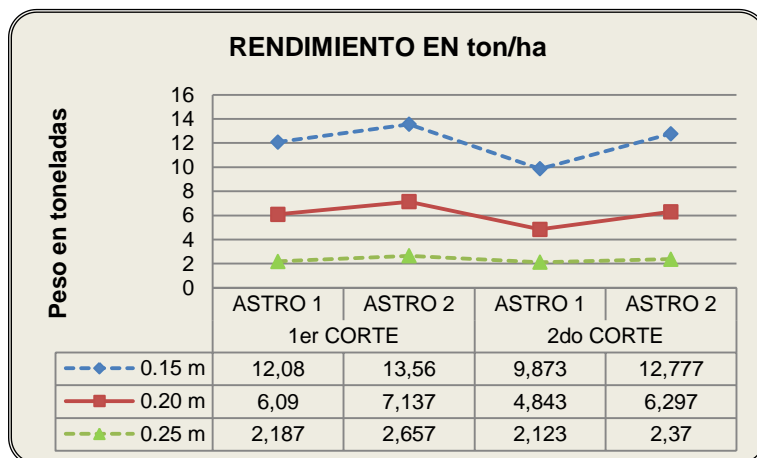
El rendimiento en toneladas para las variedades de rúcula reportaron que la variedad Astro 2 para el primer corte registro a un rendimiento de 7,784 ton/ha y la variedad Astro 1 reporto un rendimiento de 6,786 ton/ha.

Para el segundo corte, la variedad Astro 2 reporto un rendimiento 7,148 ton/ha y la variedad Astro 1 presento un rendimiento de 5,613 ton/ha.

c) Rendimiento en ton/ha para densidades de siembra

La figura 47. Presenta en rendimientos en ton/ha para densidades de siembra efectuados para el corte 1 y 2.

FIGURA 47. Rendimiento en ton/ha para densidades de siembra



Para el primer corte, la densidad con mayor rendimiento fue 0.15 m con 13,56 ton/ha para la variedad Astro 2 en relación a la densidad 0.25 m donde la variedad Astro 1 reporto un rendimiento de 2.187 ton/ha. Para el segundo, el mejor rendimiento fue para la densidad de siembra 0.15 m, donde la variedad Astro 2 alcanzo un rendimiento de 12,777 ton/ha, la densidad 0.25 m reporto el rendimiento más bajo con un valor de 2,123 ton/ha para Astro 1.

5.2.10 Relación beneficio/costo

El cuadro 19, presenta la relación beneficio/costo de los tratamientos en ambos cortes.

CUADRO 19. Relación beneficio/costo

CORTE	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO Ton/Ha	COSTO DE PRODUCCION Bs.	BENEFICIO NETO Bs.	B/C
1	1	12,080	38135,68	155362,500	4,074
	2	6,090	38135,68	76125,000	2,000
	3	2,187	38135,68	27,337,000	0,717
	4	13,560	38135,68	169500,000	4,445
	5	7,137	38135,68	89212,500	2,339
	6	2,657	38135,68	33212,500	0,871
2	1	9,873	38135,68	123412,500	3,236
	2	4,843	38135,68	60537,500	1,587
	3	2,123	38135,68	26537,500	0,696
	4	12,777	38135,68	159712,500	4,188
	5	6,297	38135,68	78712,500	2,064
	6	2,370	38135,68	29625,000	0,777

Para el T_1 (V_1D_1), se obtuvo por cada 1Bs que se invierte un beneficio de 4,074 Bs. En el corte 2 presenta un beneficio de 3,236 Bs por cada boliviano invertido.

El T_2 (V_1D_2), presento la siguiente relación: por cada 1Bs que se invierte se obtiene como beneficio 2,000 Bs de ganancia. El segundo corte presento un disminución, por cada boliviano invertido se obtiene un beneficio de 1,587 Bs.

Por cada boliviano que se invierte en el T_3 (V_1D_3) existe una pérdida de 0,717 Bs; el segundo corte presenta una pérdida de 0,696 Bs por la inversión de 1Bs; la densidad de siembra no es apropiada para obtener beneficios.

La variedad Astro 2 mostro mayor rentabilidad. En el T_4 (V_2D_1), se obtiene una ganancia de 4,445 Bs. Por cada boliviano que se invierte; el segundo corte tiene un beneficio de 4,188 Bs por cada boliviano invertido.

El T_5 (V_2D_2), reporta un beneficio neto de 2,339 Bs por cada boliviano invertido; el beneficio es de 2,064 Bs en el segundo corte por la inversión de cada boliviano.

Existe una pérdida en el T_6 (V_2D_3), por la inversión de cada boliviano, la pérdida es de 0,871 Bs para el primer corte; el segundo corte también reporta una pérdida de 0,777 Bs por cada boliviano que se invierte.

Los tratamientos T_4 (V_2D_1) y T_1 (V_1D_1) en ambos cortes reportan beneficios por la inversión que se haga.

Los tratamientos T_3 y T_6 que corresponden a una densidad de 0,25m, para las dos variedades (Astro 1 y 2) reportan pérdidas en ambos cortes.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos señalados y resultados obtenidos en el trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se obtuvo excelentes rendimientos en los días a la emergencia, las cantidades de macro nutrientes (N, P, K) fueron las adecuadas para cubrir el requerimiento del cultivo; la preparación del terreno (parcela experimental) se hizo respetando todas las labores culturales, esto permitió la óptima germinación, emergencia, desarrollo y cosecha del producto final, es decir, el corte de hojas para el consumo; la cantidad de riego fue el ideal porque ocurrieron las condiciones físicas, químicas y biológicas para que las semillas de rúcula llegaran a germinar y emerger. Dadas estas condiciones se pudo obtener un porcentaje de emergencia de 94,96% para la variedad Astro 2 y 88,94% de emergencia para la variedad Astro 1.
- Los días a la fase comercial estuvieron dentro lo recomendado por horticultores dedicados a este rubro; los días a la etapa comercial estuvieron dentro de las 4 – 6 semanas (Díaz, 2010) para la cosecha. La variedad Astro 2 alcanzó la fase comercial en 29,22 días para el primer corte y 27,22 días para el segundo. La variedad Astro 1 reportó 34,56 días a la fase comercial para el primer corte y 31,22 días en el segundo. Así mismo el tratamiento T₄ (V₂D₁) para alcanzar la fase comercial reportó el periodo más corto, para el primer y segundo corte reportó 29 días y 27 días respectivamente; el T₃ (V₁D₃) reportó los días más largos para la fase comercial, 35 días para el primer corte y 31,67 días para el segundo.
- La variedad Astro 2 alcanzó una altura de planta de 27,52 cm para el primer corte y 26,37 cm para el segundo corte. La variedad Astro 1 reportó una altura de planta de 25,82 cm para el primer corte y para el segundo corte una altura de 25,02 cm.
- Las cantidad adecuada de nitrógeno (0,39 %) existente en el suelo, las oportunas labores culturales realizadas y el riego, incidieron en el desarrollo de las hojas; la longitud foliar para la variedad Astro 2 fue de 26,39 cm para el primer corte y 24,67 cm para el segundo corte; la variedad Astro 1 alcanzó una longitud de 24,63 cm para el primer corte y 22,16 cm para el segundo. Además el tratamiento T₄ (V₂D₁) obtuvo una longitud foliar de 27,73 cm para el primer corte y 26,40 cm para el segundo, siendo el tratamiento con los más altos rendimientos.

- Para el número de hojas por planta, la variedad Astro 2 reportó 9,33 hojas por planta para el primer corte y 8,11 hojas para el segundo corte. La variedad Astro 1 tuvo 9,11 hojas para el primer corte y 7,67 hojas para el segundo.
- El Área foliar para la variedad Astro 2 fue mayor en ambos cortes 50,092 cm² y 46,345 cm² respectivamente. La variedad Astro 1 reportó un promedio de 47,984 cm² en el primer corte y 40,454 cm² en el segundo.
- El rendimiento de la unidad experimental (UE), reporta que la variedad Astro 2 con la densidad de siembra (0,15 m) obtuvo un rendimiento de 3.132 kg/UE (primer corte), en el segundo corte presentó un rendimiento 2,951 kg/UE; el rendimiento para la densidad de siembra (0,20 m) en el primer corte tuvo un rendimiento de 1,648 kg/UE y para el segundo 1,455 kg/UE. La variedad Astro 1 con la densidad (0,15 m) presentó un rendimiento de 2,751 kg/UE para el primer corte y 2,280 kg/UE para el segundo. Con la densidad (0,20 m) presentó rendimientos de 1,407 kg/UE y 1,119 kg/UE respectivamente.
- Se obtuvo buenos rendimientos con la densidad (0,15 m), en la variedad Astro 2 presentó 1,356 kg/m² en el primer corte y 1,278 kg/m² para el segundo; la variedad Astro 1 tuvo rendimientos de 1,208 kg/m² para el primer corte y 0,987 kg/m² para el segundo. Con la densidad (0,20 m), los rendimientos disminuyeron donde la variedad Astro 2 logró un rendimiento de 0,714 kg/m² para el primer corte y 0,630 kg/m² para el segundo; la variedad Astro 1 logró rendimientos de 0,609 kg/m² para el primer corte y 0,484 kg/m² para el segundo.
- En el rendimiento por hectárea, la variedad Astro 2 con densidad de siembra (0,15 m) logró un rendimiento de 13,560 ton/ha para el primer corte y 12,777 para el segundo corte. La variedad Astro 1 presentó un rendimiento de 12,080 ton/ha para el primer corte y 9,883 ton/ha para el segundo. Con la densidad de siembra (0,20 m) la variedad Astro 2 para el primer y segundo corte presentó rendimientos de 7,137 ton/ha y 6,297 ton/ha respectivamente; los rendimientos de la variedad Astro 1 fueron de 6,090 ton/ha y 4,843 ton/ha.
- Para la relación beneficio/costo; los tratamientos T₃ (V₁D₃) y T₆ (V₂D₃), no llegaron a tener beneficio; la relación B/C en los tratamientos T₂ (V₁D₂) y T₅ (V₂D₂) reportan un B/C de 2,000 y 2,339 en el primer corte; la relación B/C para el segundo corte fue 1,587 y 2,064 respectivamente. Los tratamientos T₁ (V₁D₁) y T₄ (V₂D₁), dan buena rentabilidad, la relación B/C fue de 4,074 y

4,445 para el primer corte, en el segundo corte presentaron una relación B/C de 3,236 y 4,188.

- Las temperaturas en la carpa solar son apropiadas para la producción de rúcula porque están dentro de los requerimientos de este cultivo con la salvedad que en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre considerados meses calurosos, se debe incorporar sombra al cultivo para evitar la floración precoz y que las hojas adquieran el excesivo amargo.
- Las temperaturas ambientes reportados por el SENAMHI, indican que en la zona de Cota cota o en zonas donde se reporten temperaturas similares se puede producir rúcula en campo abierto y a grandes escalas.
- Los tratamientos T_1 que tuvo la interacción Astro 1 y densidad de siembra 0.15 m y tratamiento T_4 que tuvo la interacción entre la variedad Astro 2 y la densidad de siembra 0.15 m, reportaron rendimientos superiores sobre los tratamientos T_2 (interacción entre la variedad Astro 1 y densidad de siembra 0.20 m), T_3 (interacción entre la variedad Astro 1 y densidad de siembra 0.25 m), T_5 (interacción entre la variedad Astro 2 con la densidad de siembra 0.20 m) y T_6 (interacción entre la variedad Astro 2 con la densidad de siembra 0.25).
- La variedad Astro 2, presento mejores rendimientos sobre los rendimientos de la variedad Astro 1.

VII. RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos en el trabajo investigación se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Efectuar el trabajo de producción de rúcula a menor densidad de los 0,15 m tanto entre hileras como entre plantas; se ha demostrado que este cultivo se desarrolla mejor a densidades reducidas de siembra.
- Realizar trabajos de investigación mediante la asociación con cultivos como berenjena, tomate, pimentón porque estos le proporcionan sombra (Díaz, 2010).
- Evaluar el rendimiento de rúcula en sistema hidropónico bajo las condiciones de clima del Centro Experimental Cota cota.
- Evaluar el rendimiento de rúcula en forma tradicional, es decir, campo abierto ya que la zona de Cota cota presenta temperaturas adecuadas para dicho cultivo (Figura 8) además, las temperaturas mínimas registradas están por encima de la temperatura mínima para su desarrollo.
- Incentivar la producción de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) en escalas mayores puesto que es un cultivo que presenta excelente rentabilidad.
- Realizar trabajos de investigación en otras especies aromáticas tales como eneldo, endivia, etc. Ya que dichas especies contienen propiedades alimenticias, medicinales apreciables.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ABC, 2011. Definición de Hortalizas. (En línea). Consultado el 16 de Julio de 2012. Disponible en: www.definicionabc.com/salud/hortalizas.php florencia 2011
- ALCARAZ, F., 2002. Flora Básica de la Región de Murcia. (En línea). España. Consultado el 10 de Diciembre. Disponible en: www.uib.es/catedra_iberamericana/publicaciones/seae/mesa1/silvestres.
- ALIAGA, C.; ALIAGA, C., 2009. Estadística para los Negocios con Exel. Ediciones Ecitec. 2da. Edición. Lima – Perú. 549 p.
- ANETO, 2011. El Huerto en tu Casa. (En línea). España. Consultado el 30 de Octubre de 2011. Disponible en: www.elhuertoentucasa.bligoo.com/ricarúcula.
- ALONSO, M., 2012. Rúcula – ABC Digital. (En línea). España. Consultado el 20 de Mayo de 2012. Disponible en: www.Archivo.abc.com.py/suplementos/rural/77rtículos.php?pid=158726
- ARCILA, J., 2008. Densidad de Siembra y Productividad de los Cafetales. Capítulo 6. (En línea). Colombia. Consultado el 30 de diciembre de 2012. Disponible en: www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo6.pd
- BEDRI, E., 2010. Libreta de apunte de hortalizas. (En línea). México. Consultado el 17 de abril 2011. Disponible en [www: bedri.es/Libreta_de_apuntes/R/RA/Hortalizas.htm](http://www.bedri.es/Libreta_de_apuntes/R/RA/Hortalizas.htm).
- BEGG, D., 2006. Economía. Mc Graw Hill / Interamericana. 6ta Edición Madrid – España. Pp. 25 – 95.
- BELTRAN, A.; CUEVA, H., 2005. Evaluación Privada de Proyectos. Universidad Del Pacífico, Biblioteca universitaria. Centro de Investigación. 2da Edición. Lima – Perú. 152 p.
- BERMEJILLO, A., 2010. Una Alternativa de Producción Sustentable en Mendoza: Cultivo de Rúcula y Otras Aromáticas en Sistema de Raíz Flotante. (En línea). Argentina. Consultado 24 de diciembre de 2011. Disponible en: www.abermejillo@fca.uncu.edu.ar
- CALDENTEY, A., 1987. Marketing Agrario. Editorial Mundi – Prensa. 2da Edición. Madrid – España. 34 p.
- CALZADA, B., 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Milagros S.A. Lima – Perú 644 p.
- CANO, A., 2007. Macroeconomía Para Nosotros. Editorial Educación y Cultura. Cochabamba – Bolivia Pp. 13 – 15.
- CASE, K.; FAIR, R., 2000. Principios de Microeconomía. Prentice Hall. 5ta Edición. México. Pp. 87 – 223.
- CORBINO, G.; MITTIDIERI M., 2011. Guía Técnica Para el Cultivo de crucíferas. Cadena Hortícola – Frutícola. Barcelona España. 99 p.

- CORRIDONI, L., 1989. Nociones Prácticas de Agronomía. Agroguias. Mundi – Prensa. Madrid – España. 167 p.
- CUERDA, J., 1996. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera. Práctica de los Cultivos. Tomo II. Editorial Océano / Centrum. Barcelona – España. 154 p.
- CUERDA, J., 1996. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera. Los Fundamentos de la Agricultura. Tomo I. Editorial Océano/Centrum. Barcelona - España. 139 p.
- CHIAVENATO, I., 1996. Iniciación a la Administración de Ventas. Serie Iniciación a la Administración. Mc Graw Hill / Interamericana. 1ra Edición. Naucalpan de Juárez Edo. México. 5 p.
- CHILON, E., 1997. Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas para el Desarrollo (CIDAT). La Paz – Bolivia. Pp. 45 – 51.
- CHUNGARA, V., 2005. Estadística y Probabilidades. Edición Original. La Paz – Bolivia. 110 p.
- DEL PINO, M., 2012. Curso de Horticultura y Floricultura- FCA y F-UNLP. Boletín Informativo. Contacto Rural. Buenos Aires – Argentina. 11 p.
- DIAS, F., 1993. Defensa Contra Heladas en los Invernaderos. Memorias de Construcción y Manejo de Invernaderos. La Paz – Bolivia.
- DÍAZ, F., 2010. La *rúcula*. (En línea). México. Consultado 12 de diciembre 2011. Disponible en: www.sectorproductivo.com.py/agricola/.../5514-la-rucula.
- DOSIER, C., 2009. Rumbo a la Acreditación. Facultad de Agronomía. 1 disco compacto, 80 min.
- FAO, 2006. Más Frutas y Hortalizas. La FAO y la OMS colaboran en una iniciativa mundial en pro de la salud de la población y los ingresos de los agricultores, mediante el incremento de la producción, el suministro y el consumo de fruta y hortalizas. Departamento de Agricultura y Protección al consumidor. 3 p.
- FLORES, J., 1996. Manual de Carpas Solares. Centro de Desarrollo y Fomento a la Auto Ayuda. Huellas Srl. La Paz – Bolivia. 12 p.
- FLORES, P., 2006. Invernaderos Construcción y Manejo. Ediciones Ripalme. 1ra Edición. Lima – Perú Pp. 9 -11.
- FONTAINE, E., 2003. Evaluación Social de Proyectos. Ediciones Universidad Católica de Chile. Alfa Omega. Chile. 81 p.
- FDN, 1994. Fundación Para el Desarrollo Nacional. Bio – Huertos Escolares. Cooperación del gobierno de Holanda. Pp. 10 – 15.
- FUENTES, J., 1996. Botánica Agrícola. Ministerio de agricultura Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi Prensa. 4ta Edición 52 p.
- FUENTES, J., 1999. Manual Práctico Sobre Utilización de Suelo y Fertilizantes. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Mundi – Prensa. Madrid-España Pp. 39 – 117.

- GEMELLI, M., 2006. Mercadeo de los Productos Orgánicos en Bolivia. Universidad de Perugia. Facultad Agraria. Departamento de Ciencia Económica. 77 p.
- HAEFF, V., 1997. Horticultura. Editorial Trillas. 2da. Edición Sexta Reimpresión. México. Pp. 9 – 100.
- HERRERA, D., 2009. Efecto de la Utilización de Diferentes Sustratos en el Rendimiento y Calidad de Rúcula y Espinaca Baby cultivado en el Sistema Hidropónico de Bandejas Flotantes. (En línea). Consultado el 23 de enero de 2012. Disponible en: dspace.utalca.cl/retrieve/24902/herrera_navarro.pdf.
- HOLLE, M.; MONTES, A., 1985. Manual de Enseñanza Práctica de Producción de Hortalizas. Instituto Nacional de Cooperación para la Agricultura. Ediciones IICA. 1ra Edición San José – Costa Rica. Pp. 57 – 78.
- IGM, 2010. Instituto Geográfico Militar. Datos Latitud, Longitud. Cota Cota. 2010. La Paz – Bolivia.
- LEME, E., 2005. El Placer de Comer Bien. Alimentos Para Prevenir y Curar. Aces. Buenos Aires – Argentina Pp. 7 – 20.
- LEE, N., 1981. La Huerta Familiar. Cultivos Intensivos Compatibles. El Ateneo. Barcelona – España. 49 p.
- LORENTE, B., 1993. Biblioteca de la Agricultura. Editorial Emegs. Barcelona – España.
- MANKIW, G., 2004. Economía. Mc Graw Hill / Interamericana. 3ra Edición. Madrid – España. 41p.
- MANKIW, G., 2007. Economía. Mc Graw Hill / Interamericana. 4ta Edición. Madrid – España. 41p.
- MANZILLA, G., 2007. Tesis de Grado. Editorial Garza Azul. 2da Edición. La Paz – Bolivia. 142 p.
- MARTINEZ, C., 2003. Estadística y Muestreo. Eco – ediciones. Bogotá – Colombia. 354 p.
- MARTINEZ, G.; PIA, H., 2006. Evaluación de la Producción de Producción y Calidad de Rúcula (*Eruca sativa* Mill.). Cultivada en Mesa con Sustrato y Sistema Flotante. Universidad Talca. Chile (En línea). Consultado el 30 de marzo de 2012. Disponible en: www.Scientificcommons.org/5593321.
- MAROTO, V., 2002. Horticultura Herbácea Especial. 5ta. Edición revisada y ampliada Mundi- Prensa, Madrid – España.
- MARZOCCA, A., 1985. Nociones Básicas de Taxonomía Vegetal. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura IICA. 1ra. Edición. San José – Costa Rica. Pp. 80 – 81.

- MENDOZA, A., 2012. Horticultura Urbana y Periurbana. INIAF. (En Línea). Bolivia. Consultado el 27 de enero de 2013. Disponible en <http://adolfomendozasenador.blogspot.com/2012/01/horticultura-urbana-y-periurbana-el.html>
- MISERENDINO, E., 2009. Frutillas: Implantación del cultivo bajo cubierta en Patagonia. Argentina. 4p.
- MONTGOMERY, D., C., 2005. Diseño y análisis de experimentos. Segunda Edición. Limusa Wiley. México. 686 p.
- MSB., 2005. Tabla de Composición de Alimentos de Bolivia. Ministerio de Salud de Bolivia. La Paz – Bolivia. 25 p.
- OCHOA, R., 2009. Diseños Experimentales. La Paz – Bolivia. 15 p.
- PABÓN, J.; VILLAREAL, R., 2000. Diccionario de Términos Económicos, Financieros y Sociales. Incluye Palabras más Usadas en Bolivia. Maquev. 1ra Edición. La Paz – Bolivia. 26 p.
- PAMPLONA, J., 2003. El Poder Medicinal de los Alimentos. Asociación Casa Editora Sudamericana. Madrid – España. 19 p.
- PANOZO, O., 2003. Microeconomía. Latinos Editores. 1ra. Edición. Oruro – Bolivia. Pp. 20 – 106.
- PURQUERIO, F., 2012. Rúcula – Globo Rural. (En línea). Brasil. Consultado el 10 de enero de 2012. Disponible en: www.Revistagloborural.globo.com.
- ONI, 2001. Principales cultivos. (En línea). México. Consultado 2 de febrero de 2012. Disponible en: www.oni.escuelas.edu.ar/2001/san-luis/.../principales%20cultivos.htm.
- QUISPE, U., 1997. Micro Economía Práctica. Editorial San Marco. Lima – Perú. Pp.19 – 67.
- RIQUELME, C., 2011. Formulación y Evaluación de Proyectos La Paz – Bolivia. Pp. 192 – 193.
- RODRIGUEZ, J., M. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Ed. Trillas México. Pp. 55 – 56.
- ROLLINS R., C., 2009. Eruca sativa Mill. (En línea). México. Consultado el 1ro de mayo 2011. Disponible: www.conabio.gob.mx/.../brassicaceae/.../ficha.htm.
- ROSENBERG, J., 1999. Diccionario de Administración y Finanzas. Océano. Barcelona – España. 75 p.
- RZEDOWSKI, C., 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2da Edición. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. (En línea) consultado el 1 de mayo de 2011. Disponible en: www.conabio.gob.mx/.../brassicaceae/.../ficha.htm.

- SAMPIERI, R.; FERNANDEZ, C.; BATISTA, L., 2006. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill / Interamericana. 4ta Edición. Madrid – España. Pp. 235 – 270.
- SANCHEZ, C., 2004. Cultivo y Comercialización de Hortalizas. Ripalma. Lima – Perú. 57 p.
- SENAMHI, 2011. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Datos Climáticos. Zona Sur de La Paz. La Paz – Bolivia.
- SERRANO, Z., 1979. Cultivo de Hortalizas en Invernaderos. Editorial AEDOS. Barcelona – España Pp. 50 – 71.
- STEEL R.; TORRIE J., 1996. Bioestadística principios y procedimientos. Segunda Edición. Editorial Mc Graw Hill. México 622 p.
- SUQUILANDA, M., 1995. Plantas medicinales y Hierbas Aromáticas. Manual Para la Producción Orgánica. Edición Funda Agro. Quito – Ecuador. 41 p.
- TAMARO, D., 1981. Tratado de Fruticultura. Editorial Gustavo Gili. Barcelona – España 247 p.
- TARIFA, V., 1993. Experiencias de Comercialización en el Proyecto Norte Chuquisaca. CORDECH. La Madona. Sucre – Bolivia. 206 p.
- TPA, 2011. Taller de Prácticas Agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. (En línea). Consultado el 12 de enero de 2012. Disponible en: www.html.rincondelvago.com.
- TURCHI, A., 1997. Horticultura Práctica. Edacricole. Buenos Aires Argentina. 786 p.
- VALDIVIA, V., 2008. Estadística II. Diseños Experimentales. Universidad Católica del Trópico Seco. Francisco Luís Espinosa Pineda. Esteli – Nicaragua. 2 p.
- VEGA, T., 2009. Guías Metodológicas para el Trabajo de Grado Universitario. Primera Edición. Diseño editorial La Razón. La Paz Bolivia. 101 p.
- VILLAROEEL, J., 1988. Manual Práctico para la Interpretación de Análisis de Suelos en Laboratorio. AGRUCO, Agroecología Universidad Cochabamba. Serie Técnica N° 10. Cochabamba – Bolivia. 23 p.
- VILLASEÑOR, R.; ESPINOSA, G., 2000. Catálogo de Malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México. 130 p.
- YUSTE, P., 1997. Biblioteca de la Agricultura. Suelos Abonos y Materia Orgánica. Los Frutales. Tomo I. Idea Books. S.A. Barcelona – España. 71 p.
- ZEBALLOS, M., 2000. Estudio de los Cambios en la Composición Florística, Cobertura Vegetal y Fenología a lo Largo de un Ciclo Anual en el Área Permanente de Cota Cota – La Paz. Tesis para Optar el Título de Licenciatura en Biología. Pp. 12 – 59.
- ZORRILLA, S.; TORRES, M., 1994. Guía para Elaborar la Tesis. Mc Graw Hill / Interamericana. 2da Edición. México. 29 p.

ANEXOS

ANEXO 1
CROQUIS - AREA DE TRABAJO

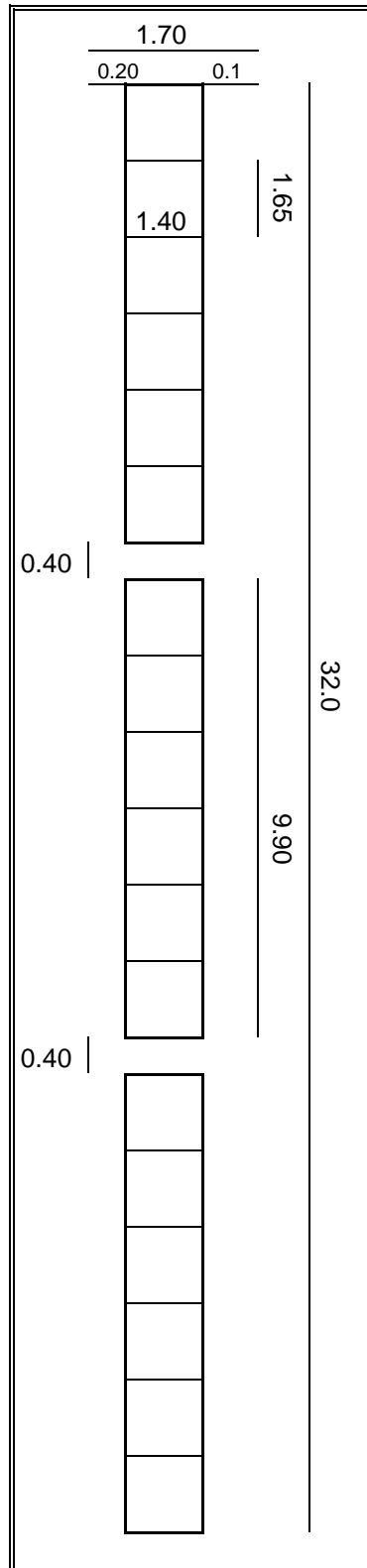
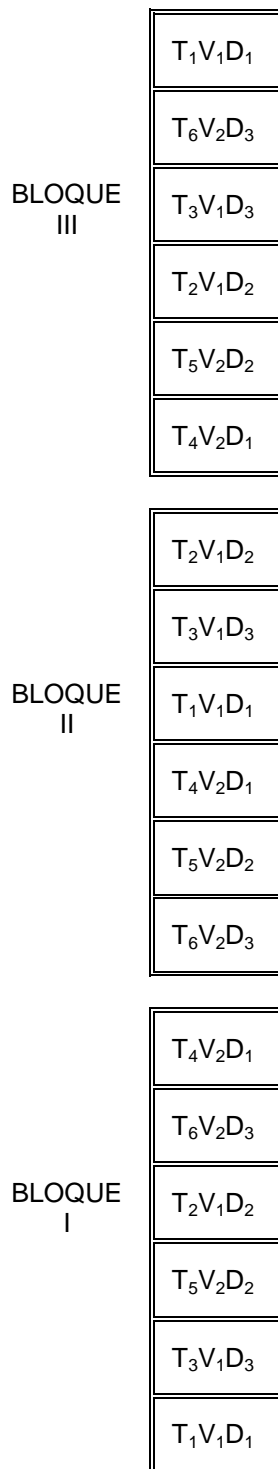
1.1 Croquis – carpa solar

	21,10
698,41m ²	33,10

1.2 Distribución de cultivos

LECHUGA SUIZA
PIMENTON
PAPRIKA
PAPRIKA
TOMATE
TOMATE
TOMATE
RÚCULA
FRUTILLA
FRUTILLA
FRUTILLA
FRUTILLA
FRUTILLA
FRUTILLA
FRUTILLA
FRUTILLA
FRUTILLA

1.3 Croquis parcela experimental



ANEXO 2

ANALISIS QUIMICO DEL SUELO – CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: *JOSE GIOVANNY TERRAZAS BURGOA* NUMERO DE SOLICITUD : *102B / 2011*
PROCEDENCIA: *Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO* FECHA DE RECEPCIÓN : *10 / Agosto / 2011*
Estación experimental COTA COTA FECHA DE ENTREGA : *30 / Agosto / 2011*
N° Factura : *4403 – 11*

PRODUCTO: *MUESTRA DE SUELO*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
408-01 / 2011	Nitrógeno	0,39	%N	Kjeldahl
409-01 / 2011	Fosforo asimilable	22,68	Ppm P	Espectrofotometría UV-Vis
409-03 / 2011	Potasio intercambiable	0,51	Meq K / 100 g	Emisión atómica

OBSERVACIONES.-



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

ANEXO 3 TEMPERATURAS

3.1 Temperaturas carpa solar

DIAS	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED
1	5,7	34,6	13,8	2,1	32,6	17,4	6,2	34,7	20,5	5,3	38,2	21,8	2,1	38,2	20,2
2	6,2	35,7	21	-1,1	35,7	17,3	5	38,8	21,9	5,1	33,2	19,2	9,2	39,5	24,4
3	6,7	34,5	20,6	-2	34,5	16,3	3,9	34,7	19,3	5	38,1	21,6	8,3	40,5	24,4
4	3,9	34,7	19,3	6	30,5	18,3	4,6	41,1	22,9	6,1	40,6	23,4	8,7	42,3	25,5
5	5,7	36,5	21,1	7,8	25,1	16,5	4,5	36,8	20,7	6,7	32,1	19,4	11,1	44	27,6
6	4,9	36,6	20,8	2,1	38,5	20,3	7,1	39,5	23,3	8,1	35,1	21,6	5,8	43,7	24,8
7	4,3	33,2	18,8	0	42,6	21,3	6,4	39	22,7	9	24,5	16,8	9,9	42,5	26,2
8	3,5	29,7	16,6	3,9	40	22	2,4	37	19,7	9,2	36,7	23	8,1	41,8	25
9	3,4	34,6	19	3,9	34,8	19,4	5,9	37,3	21,6	10,3	37,5	23,9	8,3	44,5	26,4
10	1,2	41,6	21,4	4,3	34,2	19,3	7,2	39,6	23,4	8,7	32,2	20,5	8,2	43,5	25,9
11	1,4	37,5	19,5	5,2	35,4	20,3	5,3	37,5	21,4	8,5	32,4	20,5	9,3	43,4	26,4
12	2,1	39	20,6	1,7	33,5	17,6	4,7	36,3	20,5	8	34,5	21,3	9,1	43,3	26,2
13	2,2	33,6	17,9	4,4	35,3	19,9	4,7	35,5	20,1	7,5	33,5	20,5	7,9	46,6	27,3
14	4	36,6	20,3	4	32,1	18,1	6,3	34,3	20,3	8,5	37,9	23,2	8,8	45	26,9
15	4,2	39,5	21,9	4,2	34	19,1	6,2	33,3	19,8	9,2	38,5	23,9	7,5	44	25,8
16	4	39	21,5	4,4	35,8	20,1	5,8	36,7	21,3	9	43,5	26,3	8	42,5	25,3
17	1,5	42,3	21,9	7,3	34,1	20,7	6,3	36,2	21,3	9,2	40,5	24,9	9	45,4	27,2
18	1,5	38	19,8	5,1	35,5	20,3	5,1	34	19,6	9	39,7	24,4	8,7	44	26,4
19	3,5	35,9	19,7	2,9	36,8	19,9	5,8	40,7	23,3	8,9	38,1	23,5	9	31,8	20,4
20	6,8	31,9	19,4	7,5	28,9	18,2	8,7	38,5	23,6	7,8	39,4	23,6	8,8	35,5	22,2
21	5,9	31,4	18,7	6	45	25,5	6,8	38,1	22,5	9,4	40,8	25,1	8,8	36,5	22,7
22	6,9	38,7	22,8	8,7	37,9	23,3	6,5	35,6	21,1	6,2	40,1	23,2	9,1	30,1	19,6
23	3,4	43,7	23,6	7,2	35,2	21,2	7,4	33	20,2	7,9	38,5	23,2	9,9	41,2	25,6
24	4,2	36,5	20,4	5,6	39	22,3	7,1	31,1	19,1	7,7	40,7	24,2	11,5	41,9	26,7
25	4	28,2	16,1	4,5	38,8	21,7	6,1	38,1	22,1	9,6	42	25,8	10,2	42,6	26,4
26	2,7	31	16,9	7,2	33,5	20,4	6,8	36,4	21,6	10,2	37,1	23,7	10,3	41,8	26,1
27	5,6	35,9	20,8	5,1	39,9	22,5	5,9	37,2	21,6	8,4	38,7	23,6	9,5	41,5	25,5
28	0,2	34,5	17,4	6,5	43,6	25,1	6,1	38,5	22,3	7	41,3	24,2	9,3	40	24,7
29	-0,4	36,2	17,9	7,2	40	23,6	7,5	38,5	23	8,4	31	19,7	9,4	42,7	26,1
30	-2,1	32,4	15,2	6	34,4	20,2	5,9	40	23	7,4	38,6	23	8,2	42,5	25,4
31	0	37,2	18,6	6,7	35,9	21,3				8,2	38,6	23,4			
P.	3,45	35,8	19,4	4,66	35,9	20,3	5,94	36,9	21,4	8,05	37,2	22,6	8,73	41,4	25,1

Fuente: REGISTRO DE DATOS (2011). ESTACIÓN EXPERIMENTAL COTA COTA

3.2 Temperaturas ambiente															
DIA	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED
1	2,1	14,3	8,2	3,4	19,3	11,4	6,4	22,4	14,4	5,6	21,9	13,8	4,7	21,4	13,1
2	2,6	15,6	9,1	3,7	19,6	11,7	5,8	22,5	14,2	5,7	22,7	14,2	4,5	21,3	12,9
3	3,2	17,4	10,3	3,9	21,5	12,7	5,2	22,5	13,9	4,2	20,2	12,2	5,4	21,4	13,4
4	3,6	18,7	11,2	4,3	19,4	11,9	5,4	22	13,7	5,2	21,3	13,3	4,6	18,6	11,6
5	3,5	17,6	10,6	4,8	18,3	11,6	5,3	21,7	13,5	3,8	21,6	12,7	4,6	22,7	13,7
6	3,8	17,9	10,9	3,2	20,7	12	4,8	21,8	13,3	5,2	20,6	12,9	6,3	23,7	15
7	4	19,6	11,8	4,8	20,8	12,8	5,7	21,8	13,8	4,2	20,8	12,5	7,4	22,9	15,2
8	4,2	20,2	12,2	4,6	20,4	12,5	6	22,1	14,1	5,2	21,3	13,3	7,8	24,3	16,1
9	3,7	21,3	12,5	4,8	20,8	12,8	6,4	22	14,2	4,6	20,8	12,7	7,8	26,8	17,3
10	4,3	21,8	13,1	4,3	20,3	12,3	6,1	21,8	14	6,2	20,3	13,3	8,3	28,3	18,3
11	4,1	21,5	12,8	6,2	23,8	15	6,3	21,4	13,9	4,8	19,5	12,2	8,4	23,7	16,1
12	4,2	22,1	13,2	6,3	21,6	14	5,7	20,6	13,2	4,4	21,3	12,9	7,6	21,7	14,7
13	4,5	21,9	13,2	5,6	20,4	13	5,7	20,6	13,2	6,8	21,6	14,2	8,2	24,5	16,4
14	4,2	22,4	13,3	5,4	20,8	13,1	6,4	20,2	13,3	6,3	21,4	13,9	8,7	25,7	17,2
15	4	21,6	12,8	5,7	19,4	12,6	4	19,3	11,7	6,6	21,7	14,2	7,3	25,2	16,3
16	4,6	21,7	13,2	4,6	21,6	13,1	5,7	20,6	13,2	7,2	22,2	14,7	6,2	22,3	14,3
17	5,3	21,7	13,5	5,2	21,8	13,5	5,8	19,8	12,8	7,4	22,9	15,2	7,3	24,4	15,9
18	5	20,8	12,9	5,6	21,9	13,8	6,1	19,6	12,9	7,8	23,2	15,5	7,4	22,4	14,9
19	4,6	20,3	12,5	5,3	21,7	13,5	4,7	18,7	11,7	7,6	23,7	15,7	8,3	23,6	16
20	3,2	19,8	11,5	5,4	20,4	12,9	3,6	16,5	10,1	7,4	22,4	14,9	8,5	23,8	16,2
21	3,7	19,4	11,6	4,2	20,6	12,4	3,2	18,4	10,8	7,2	23,7	15,5	6,3	21,2	13,8
22	3,4	20,6	12	5,2	20,4	12,8	3,5	20,6	12,1	8	21,8	14,9	6,8	17,2	12
23	3	21,8	12,4	4,2	20,6	12,4	3,6	19,7	11,7	8,3	23,9	16,1	4,2	22,3	13,3
24	4,2	22,3	13,3	4	21,3	12,7	4,3	19,4	11,9	8,5	23,7	16,1	6	23,4	14,7
25	4,3	21,9	13,1	3,8	20,3	12,1	4,5	18,2	11,4	8,3	24,2	16,3	7,3	26,3	16,8
26	4,5	18,6	11,6	3,9	21,2	12,6	4,3	18,3	11,3	8,3	23,2	15,8	7,9	22,4	15,2
27	4,3	19,7	12	4,6	21,8	13,2	4,5	20,4	12,5	8,2	23,2	15,7	8,4	24,4	16,4
28	4,8	19,8	12,3	4,3	22,3	13,3	4,7	19,6	12,2	7,5	23,8	15,7	8,3	23,8	16,1
29	4,7	20,4	12,6	4,6	21,6	13,1	5,2	21,2	13,2	7,4	22,8	15,1	7,3	23,4	15,4
30	4,2	20,8	12,5	5,7	21,5	13,6	5,3	20,7	13	7,3	21,7	14,5	7,8	24,3	16,1
31	3,6	20,3	12	6,2	22,1	14,2		****		5,2	21,2	13,2		****	
P.	3,98	20,1	12,1	4,77	20,9	12,8	5,14	20,5	12,8	6,46	22,1	14,3	6,99	23,2	15,1

Fuente: SENAMHI. DATOS CLIMÁTICOS (2011). ZONA SUR DE LA PAZ.

ANEXO 4

REGISTRO DE DATOS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA

4.1 Días a la fase comercial - primer corte							4.2 Días a la fase comercial - segundo corte								
T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM	T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM
			I	II	III						I	II	III		
1	1	0.15	35,00	34,00	34,00	103,00	34,33	1	1	0.15	31,00	31,00	31,00	93,00	31,00
2	1	0.20	35,00	34,00	34,00	103,00	34,33	2	1	0.20	31,00	31,00	31,00	93,00	31,00
3	1	0.25	35,00	35,00	35,00	105,00	35,00	3	1	0.25	32,00	31,00	32,00	95,00	31,67
4	2	0.15	29,00	29,00	29,00	87,00	29,00	4	2	0.15	27,00	27,00	27,00	81,00	27,00
5	2	0.20	29,00	29,00	29,00	87,00	29,00	5	2	0.20	27,00	27,00	27,00	81,00	27,00
6	2	0.25	30,00	29,00	30,00	89,00	29,67	6	2	0.25	28,00	28,00	27,00	83,00	27,67
TOTAL VAR 1			105,00	103,00	103,00	311,00	103,67	TOTAL VAR 1			94,00	93,00	94,00	281,00	93,67
TOTAL VAR 2			88,00	87,00	88,00	263,00	87,67	TOTAL VAR 2			82,00	82,00	81,00	245,00	81,67
TOTAL BLOQUES			193,00	190,00	191,00	574,00	31,89	TOTAL BLOQUES			176,00	175,00	175,00	526,00	29,22
PROMEDIO VARIEDAD1							34,56	PROMEDIO VARIEDAD1							31,22
PROMEDIO VARIEDAD2							29,22	PROMEDIO VARIEDAD2							27,22
4.3 Altura de planta (cm) - primer corte							4.4 Altura de planta (cm) - segundo corte								
T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM	T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM
			I	II	III						I	II	III		
1	1	0.15	26,50	26,80	26,40	79,70	26,57	1	1	0.15	25,90	25,50	25,00	76,40	25,47
2	1	0.20	26,00	25,90	26,10	78,00	26,00	2	1	0.20	25,15	24,90	24,90	74,95	24,98
3	1	0.25	24,55	25,10	25,00	74,65	24,88	3	1	0.25	23,10	23,15	27,60	73,85	24,62
4	2	0.15	28,75	29,00	28,80	86,55	28,85	4	2	0.15	27,80	28,20	28,80	84,80	28,27
5	2	0.20	27,80	28,00	28,10	83,90	27,97	5	2	0.20	27,90	26,30	25,75	79,95	26,65
6	2	0.25	25,80	25,40	26,00	77,20	25,73	6	2	0.25	24,10	24,40	24,05	72,55	24,18
TOTAL VAR 1			77,05	77,80	77,50	232,35	77,45	TOTAL VAR 1			74,15	73,55	77,50	225,20	75,07
TOTAL VAR 2			82,35	82,40	82,90	247,65	82,55	TOTAL VAR 2			79,80	78,90	78,60	237,30	79,10
TOTAL BLOQUES			159,40	160,20	160,40	480,00	26,67	TOTAL BLOQUES			153,95	152,45	156,10	462,50	25,69
PROMEDIO VARIEDAD1							25,82	PROMEDIO VARIEDAD1							25,02
PROMEDIO VARIEDAD2							27,52	PROMEDIO VARIEDAD2							26,37
4.5 Longitud foliar (cm) - primer corte							4.6 Longitud foliar (cm) - segundo corte								
T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM	T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM
			I	II	III						I	II	III		
1	1	0.15	25,10	25,90	25,25	76,25	25,42	1	1	0.15	23,00	23,10	22,80	68,90	22,97
2	1	0.20	25,00	24,60	24,90	74,50	24,83	2	1	0.20	22,00	21,10	22,80	65,90	21,97
3	1	0.25	23,00	24,05	23,85	70,90	23,63	3	1	0.25	21,95	21,05	21,60	64,60	21,53
4	2	0.15	27,65	28,00	27,55	83,20	27,73	4	2	0.15	26,10	26,90	26,20	79,20	26,40
5	2	0.20	26,55	26,90	27,00	80,45	26,82	5	2	0.20	25,80	25,05	24,00	74,85	24,95
6	2	0.25	25,00	24,00	24,90	73,90	24,63	6	2	0.25	23,15	22,90	21,90	67,95	22,65
TOTAL VAR 1			73,10	74,55	74,00	221,65	73,88	TOTAL VAR 1			66,95	65,25	67,20	199,40	66,47
TOTAL VAR 2			79,20	78,90	79,45	237,55	79,18	TOTAL VAR 2			75,05	74,85	72,10	222,00	74,00
TOTAL BLOQUES			152,30	153,45	153,45	459,20	25,51	TOTAL BLOQUES			142,00	140,10	139,30	421,40	23,41
PROMEDIO VARIEDAD1							24,63	PROMEDIO VARIEDAD1							22,16
PROMEDIO VARIEDAD2							26,39	PROMEDIO VARIEDAD2							24,67
4.7 Número de hojas por planta - primer corte							4.8 Número de hojas por planta - segundo corte								
T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM	T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM
			I	II	III						I	II	III		
1	1	0.15	10,00	10,00	9,00	29,00	9,67	1	1	0.15	9,00	9,00	8,00	26,00	8,67
2	1	0.20	9,00	10,00	9,00	28,00	9,33	2	1	0.20	8,00	8,00	8,00	24,00	8,00
3	1	0.25	8,00	8,00	9,00	25,00	8,33	3	1	0.25	6,00	6,00	7,00	19,00	6,33
4	2	0.15	10,00	11,00	10,00	31,00	10,33	4	2	0.15	9,00	9,00	9,00	27,00	9,00
5	2	0.20	9,00	8,00	10,00	27,00	9,00	5	2	0.20	8,00	9,00	8,00	25,00	8,33
6	2	0.25	8,00	9,00	9,00	26,00	8,67	6	2	0.25	7,00	7,00	7,00	21,00	7,00
TOTAL VAR 1			27,00	28,00	27,00	82,00	27,33	TOTAL VAR 1			23,00	23,00	23,00	69,00	23,00
TOTAL VAR 2			27,00	28,00	29,00	84,00	28,00	TOTAL VAR 2			24,00	25,00	24,00	73,00	24,33
TOTAL BLOQUES			54,00	56,00	56,00	166,00	9,22	TOTAL BLOQUES			47,00	48,00	47,00	142,00	7,89
PROMEDIO VARIEDAD1							9,11	PROMEDIO VARIEDAD1							7,67
PROMEDIO VARIEDAD2							9,33	PROMEDIO VARIEDAD2							8,11

4.9 Área foliar (cm ²) - primer corte							4.10 Área foliar (cm ²) - segundo corte								
T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM	T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM
			I	II	III						I	II	III		
1	1	0.15	50,280	51,050	50,650	151,980	50,660	1	1	0.15	42,738	43,393	43,053	129,184	43,061
2	1	0.20	48,000	49,900	49,100	147,000	49,000	2	1	0.20	40,800	40,415	39,735	120,950	40,317
3	1	0.25	44,090	45,150	43,640	132,880	44,293	3	1	0.25	37,477	38,378	38,094	113,949	37,983
4	2	0.15	52,350	52,200	52,460	157,010	52,337	4	2	0.15	46,498	47,980	48,214	142,692	47,564
5	2	0.20	51,120	50,670	50,350	152,140	50,713	5	2	0.20	45,980	45,603	44,315	135,898	45,299
6	2	0.25	48,120	47,380	46,180	141,680	47,227	6	2	0.25	43,308	43,642	42,562	129,512	43,171
TOTAL VAR 1			142,370	146,100	143,390	431,860	143,953	TOTAL VAR 1			121,015	122,186	120,882	364,083	121,361
TOTAL VAR 2			151,590	150,250	148,990	450,830	150,277	TOTAL VAR 2			135,786	137,225	135,091	408,102	136,034
TOTAL BLOQUES			293,960	296,350	292,380	882,690	49,038	TOTAL BLOQUES			256,801	259,411	255,973	772,185	42,899
PROMEDIO VARIEDAD1							47,984	PROMEDIO VARIEDAD1							40,454
PROMEDIO VARIEDAD2							50,092	PROMEDIO VARIEDAD2							45,345

4.11 Rendimiento en (Kg/UE) - primer corte							4.12 Rendimiento en (Kg/UE) - segundo corte								
T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM	T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM
			I	II	III						I	II	III		
1	1	0.15	2,720	2,761	2,773	8,254	2,751	1	1	0.15	2,388	2,199	2,254	6,841	2,280
2	1	0.20	1,356	1,471	1,394	4,221	1,407	2	1	0.20	1,109	1,033	1,215	3,357	1,119
3	1	0.25	0,505	0,502	0,509	1,516	0,505	3	1	0.25	0,465	0,502	0,506	1,473	0,491
4	2	0.15	3,095	3,176	3,126	9,397	3,132	4	2	0.15	3,068	2,783	3,003	8,854	2,951
5	2	0.20	1,667	1,635	1,642	4,944	1,648	5	2	0.20	1,443	1,407	1,514	4,364	1,455
6	2	0.25	0,587	0,593	0,599	1,779	0,593	6	2	0.25	0,635	0,490	0,517	1,642	0,547
TOTAL VAR 1			4,581	4,734	4,676	13,991	4,664	TOTAL VAR 1			3,962	3,734	3,975	11,671	3,890
TOTAL VAR 2			5,349	5,404	5,367	16,120	5,373	TOTAL VAR 2			5,146	4,680	5,034	14,860	4,953
TOTAL BLOQUES			9,930	10,138	10,043	30,111	1,673	TOTAL BLOQUES			9,108	8,414	9,009	26,531	1,474
PROMEDIO VARIEDAD1							1,55	PROMEDIO VARIEDAD1							1,30
PROMEDIO VARIEDAD2							1,79	PROMEDIO VARIEDAD2							1,65

4.13 Rendimiento en (Kg/m ²) - primer corte							4.14 Rendimiento en (Kg/m ²) - segundo corte								
T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM	T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM
			I	II	III						I	II	III		
1	1	0.15	1,229	1,195	1,200	3,624	1,208	1	1	0.15	1,034	0,952	0,976	2,962	0,987
2	1	0.20	0,587	0,637	0,603	1,827	0,609	2	1	0.20	0,480	0,447	0,526	1,453	0,484
3	1	0.25	0,219	0,217	0,220	0,656	0,219	3	1	0.25	0,201	0,217	0,219	0,637	0,212
4	2	0.15	1,340	1,375	1,353	4,068	1,356	4	2	0.15	1,328	1,205	1,300	3,833	1,278
5	2	0.20	0,722	0,708	0,711	2,141	0,714	5	2	0.20	0,625	0,609	0,655	1,889	0,630
6	2	0.25	0,272	0,257	0,268	0,797	0,266	6	2	0.25	0,275	0,212	0,224	0,711	0,237
TOTAL VAR 1			2,035	2,049	2,023	6,107	2,036	TOTAL VAR 1			1,715	1,616	1,721	5,052	1,684
TOTAL VAR 2			2,334	2,340	2,332	7,006	2,335	TOTAL VAR 2			2,228	2,026	2,179	6,433	2,144
TOTAL BLOQUES			4,369	4,389	4,355	13,113	0,729	TOTAL BLOQUES			3,943	3,642	3,900	11,485	0,638
PROMEDIO VARIEDAD1							0,679	PROMEDIO VARIEDAD1							0,561
PROMEDIO VARIEDAD2							0,778	PROMEDIO VARIEDAD2							0,715

4.15 Rendimiento en (Ton/Ha) - primer corte							4.16 Rendimiento en (Ton/Ha) - segundo corte								
T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM	T	V	DEN	BLOQUE			TOTAL	PROM
			I	II	III						I	II	III		
1	1	0.15	12,290	11,950	12,000	36,240	12,080	1	1	0.15	10,340	9,520	9,760	29,620	9,873
2	1	0.20	5,870	6,370	6,030	18,270	6,090	2	1	0.20	4,800	4,470	5,260	14,530	4,843
3	1	0.25	2,190	2,170	2,200	6,560	2,187	3	1	0.25	2,010	2,170	2,190	6,370	2,123
4	2	0.15	13,400	13,750	13,530	40,680	13,560	4	2	0.15	13,280	12,050	13,000	38,330	12,777
5	2	0.20	7,220	7,080	7,110	21,410	7,137	5	2	0.20	6,250	6,090	6,550	18,890	6,297
6	2	0.25	2,720	2,570	2,680	7,970	2,657	6	2	0.25	2,750	2,120	2,240	7,110	2,370
TOTAL VAR 1			20,350	20,490	20,230	61,070	20,357	TOTAL VAR 1			17,150	16,160	17,210	50,520	16,840
TOTAL VAR 2			23,340	23,400	23,320	70,060	23,353	TOTAL VAR 2			22,280	20,260	21,790	64,330	21,443
TOTAL BLOQUES			43,690	43,890	43,550	131,130	43,710	TOTAL BLOQUES			39,430	36,420	39,000	114,850	38,283
PROMEDIO VARIEDAD1							6,786	PROMEDIO VARIEDAD1							5,613
PROMEDIO VARIEDAD2							7,784	PROMEDIO VARIEDAD2							7,148

ANEXO 5 COSTOS

5.1 Costo económico de producción de rúcula - Parcela experimental

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO Bs.	TC: 6,95	COSTO \$us
ANALISIS QUIMICO					
Cantidad NPK del suelo	1	190,00	190,00	6,96	27,29
INSUMOS					
Semilla (0z)					
Variedad 1	1	15,00	15,00	6,96	2,15
Variedad 2	1	15,00	15,00	6,96	2,15
Turba m3	1	120,00	120,00	6,96	17,24
Tierra negra	1	120,00	120,00	6,96	17,24
Agua m3					
Primer corte					
Variedad 1	2,391	2,50	5,98	6,96	0,86
Variedad 2	2,079	2,50	5,20	6,96	0,75
Segundo corte					
Variedad 1	2,183	2,50	5,46	6,96	0,78
Variedad 2	1,975	2,50	4,94	6,96	0,71
PREPARACIÓN DEL TERRENO					
Descortezado, remociom y rastrado	1	80,00	80,00	6,96	11,49
Aplicación de sustratos, rotado y nivelado	1	80,00	80,00	6,96	11,49
Surcado y siembra	1	80,00	80,00	6,96	11,49
Cosecha	1	80,00	80,00	6,96	11,49
MATERIAL DE ESCRITORIO					
imprevistos 10%			80,16		11,51
TOTAL			881,73		126,64

5.2 Costo económico de producción por hectarea de rúcula (*Eruca sativa* Mill.)

ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Bs.	COSTO TOTAL Bs.
COSTOS VARIABLES				
COSTOS DIRECTOS				
ANALISIS DEL SUELO				
Analisis químico y físico del suelo		1	230	230
INSUMOS				
Semilla	Kg	1,6	705,50	1128,80
Agua	M ³	120	9	1080
Abono	M ³	20	160	3200
Turba	M ³	20	160	3200
Arena	M ³	20	180	3600
Lorsban	Lt	4	300	1200
Flete y traslado de insumos				
MANO DE OBRA				
Preparación del terreno				
Riego previo/preparación terreno	Jornal	5	90,00	450,00
Despeje	Jornal	5	90,00	450,00
Incorporación de sustratos	Jornal	10	90,00	900,00
Siembra				
Siembra	Jornal	20	90,00	1800,00
Resiembra	Jornal	15	90,00	1350,00
Labores Culturales				
Abonamiento	Jornal	10	90,00	900,00
Aporque 1	Jornal	10	90,00	900,00
Aporque 2	Jornal	10	90,00	900,00
Riego al cultivo	jornal	42	90,00	3780,00
Control de malezas				
Deshierbe 1	Jornal	10	90,00	900,00
Deshierbe 2	Jornal	10	90,00	900,00
Cosecha				
Cosecha del cultivo	Jornal	20	90,00	1800,00
MAQUINARIA AGRICOLA				
Preparación del terreno	Hr/Maq	2	250,00	500,00
Aradura	Hr/Maq	4	250,00	1000,00
Desterronado y despeje	Hr/Maq	4	250,00	1000,00
Nivelado y surcado	Hr/Maq	4	250,00	1000,00
COSTO INDIRECTO				
Costo de asistencia técnica		1	2500,00	2500,00
Imprevistos		10%		3466,88
COSTO TOTAL				38135,68

ANEXO 6

FOTOGRAFIAS

6.1 Preparación y surcado de la parcela experimental



6.2 Medición de densidades de siembra y siembra



6.3 Emergencia y fase comercial de variedades de rúcula



6.4 Colocado de letreos y etiquetado de muestras



6.5 Variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.)

a) Variedad Astro 1

b) Variedad Astro 2



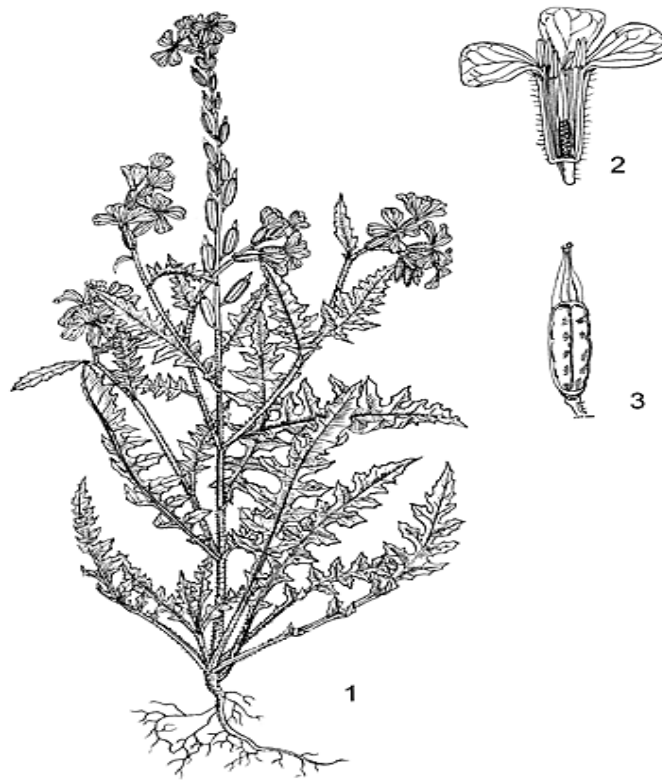
6.6 Pesaje de variedades de rúcula (*Eruca sativa* Mill.)

a. Variedad Astro 1

b. Variedad Astro 2



ANEXO 7
PLANTA DE RUCULA (*Eruca sativa* Mill.)



1, Planta completa de Rúcula; 2. Flor; 3. Fruto



Flor de Rúcula (*Eruca sativa* Mill.)



Planta de Rúcula (*Eruca sativa* Mill.)